

Tarifsystem für aus Wasserkraft erzeugte Energie

„Erschließung Regenerativer Energiequellen“

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

An der

Hochschule Mittweida (FH),

University of Applied Sciences

Eingereichte

Masterarbeit

vorgelegt von Davaasuren Khishigdalai

Seminargruppe: ZM07w1

Matrikel-Nr. : 20112

E-mail : dkhishig@htwm.de

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Thiem

Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Ralf Hartig

Vorgelegte Arbeit wurde verteidigt am:

Mittweida, den 14.02.2012

Tarifsystem aus Wasserkraft für erzeugte Energie

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis.....	Error! Bookmark not defined.
Abkürzungsverzeichnis.....	V
Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis	VIII
1 Einleitung.....	1
2 Vorstellung der gegenwärtigen Energieversorgung in der Mongolei.....	3
2.1 West Energiesystem	3
2.2 Ost Energiesystem.....	4
2.3 Zentral Energiesystem.....	4
2.4 Altai Uliastai Energiesystem (AUES).....	5
3 Übersicht von der Standort.....	5
3.1 AUES und regionaler Energieversorgungsstruktur.....	5
3.2 Tosontsengel Energieversorgungsunternehmen (TEVU)	7
3.2.1 Versorgungsstruktur.....	7
3.2.2 Organisationsstruktur.....	8
3.3 Hungui Galuutai Energieversorgungsunternehmen (HGEVU)	9
3.3.1 Versorgungsstruktur.....	9
3.3.2 Organisationsstruktur.....	10
3.4 Lokale Energieversorgungsunternehmen in Tsetsen-Uul	11
3.4.1 Versorgungsstruktur.....	11
3.4.2 Organisationsstruktur.....	11
3.5 Lokale Energieversorgungsstruktur in Zavkhanmanal	13
3.5.1 Versorgungsstruktur.....	13
3.5.2 Organisationsstruktur.....	14
3.6 Anschaffungskosten	15

3.7	Subventionen.....	16
4	Vorhandene Stromversorgungsstruktur in den Regionen	16
4.1	Erzeugung	16
4.2	Übertragung.....	17
4.3	Verteilung.....	19
4.4	Versorgungsunternehmen (lokale).....	19
5	Grundlagen erneuerbaren Energie	20
5.1	Stromerzeugung aus Solarstrahlung mit Photovoltaik.....	20
5.1.1	Solarstrahlung	21
5.2	Stromerzeugung aus Windenergie	21
5.2.1	Windverhältnisse	21
5.2.2	Windenergiewandlung.....	22
5.2.3	Bauformen von Windkraftanlagen.....	24
5.3	Stromerzeugung aus Wasserenergie	25
5.3.1	Physikalische Grundlagen.....	26
5.3.2	Systemtechnische Beschreibung.....	28
5.3.3	Ökonomische Analyse	37
5.3.4	Potentiale und Nutzung.....	38
6	Anschaffungskosten	40
6.1	Anschaffungskosten in der ländlichen Elektrifizierung.....	40
6.2	Anschaffungskosten der Wasserkraftwerke.....	41
6.3	Anschaffungskosten von Dieselmotoren.....	42
7	Subvention	43
7.1	Allgemeine Überlegungen	43
7.2	Akzeptable Energie Subventionen	47
7.3	Erforderliche Änderungen in dem Subventionssystem.....	48
7.4	Ziele der Subventionen	48
7.5	Instrumente für die Subventionen	49
7.6	Prozess des Wandels	49

8	Folgen für die Umwelt	50
8.1	Kosten der Kohlendioxidemissionen	50
8.2	Kohlendioxidemissionen Einsparungen durch Wasserkraftwerke.....	50
9	Kostenrechnung	51
9.1	Annahmen	51
9.2	Datenbank	51
9.3	Methode.....	52
9.3.1	Zukünftige Bedarfsrechnung	52
9.3.2	Wasserkraftrechnung Potenzialrechnung	52
9.3.3	Diesel – Generator	52
9.3.4	Anschaffungskosten.....	53
9.3.5	Subvention	54
9.3.6	Zukünftige Grenzkostenrechnung.....	54
9.3.7	Tarifsystem	54
9.4	Tosontsengel Energieversorgungsunternehmen.....	55
9.4.1	Personalkosten	55
9.4.2	Fixkosten.....	55
9.4.3	Anschaffungskosten.....	56
9.4.4	Dieselskosten.....	56
9.4.5	Betriebskosten.....	57
9.4.6	Verlustrechnung.....	57
9.4.7	Jährliche Produktionsrechnung des Wasserkraftwerkes.....	57
9.4.8	Zukünftige Lastkurvenrechnung.....	58
9.4.9	Zukünftige Grenzkostenrechnung.....	58
9.4.10	Tarifrechnung.....	59
9.5	Hungui Galuutai Energieversorgungsunternehmen	59
9.5.1	Personalkosten	60
9.5.2	Fixkosten.....	60
9.5.3	Anschaffungskosten.....	60
9.5.4	Betriebskosten.....	61
9.5.5	Verlustrechnung.....	61
9.5.6	Jährliche Produktionsrechnung des Wasserkraftwerkes.....	61
9.5.7	Zukünftige Lastgänge Rechnung.....	62

9.5.8	Zukünftige Grenzkostenrechnung.....	62
9.5.9	Tarifrechnung.....	62
9.6	Tsetsen-Uul lokales Versorgungsunternehmen.....	63
9.6.1	Personalkosten	63
9.6.2	Fixkosten.....	63
9.6.3	Anschaffungskosten.....	63
9.6.4	Dieselskosten.....	64
9.6.5	Betriebskosten.....	64
9.6.6	Verlustrechnung.....	64
9.6.7	Jährliches Wasserkraft-Potential.....	65
9.6.8	Zukünftige Lastkurvenrechnung.....	65
9.6.9	Zukünftige Grenzkostenrechnung.....	65
9.6.10	Tarifrechnung.....	66
9.7	Zavkhanmandal lokales Versorgungsunternehmen	66
9.7.1	Personalkosten	66
9.7.2	Fixkosten.....	67
9.7.3	Anschaffungskosten.....	67
9.7.4	Dieselskosten.....	68
9.7.5	Betriebskosten.....	68
9.7.6	Verlustrechnung.....	68
9.7.7	Jährliches Wasserkraft-Potential.....	68
9.7.8	Zukünftiger Lastkurvenrechnung	68
9.7.9	Zukünftige Grenzkostenrechnung.....	69
9.7.10	Tarifrechnung.....	69
10	Zusammenfassung und Ausblick.....	70
	Literaturverzeichnis	X
	Eidesataatliche Erklärung	XII
	Anhang.....	XIII

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Afa	Anschreibung
Aufl.	Auflage
AUES	Altai Uliastai Energiesystem
bzw.	Beziehungsweise
d.h.	Das heisst
ERA	Energy Regulating Authority
etc.	et cetera
EVU	Energieversorgungsunternehmen
IEA	Internationale Energie Agentur
G	Generator
ggf.	Gegebenenfalls
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GuV	Gewinn und Verlustrechnung
KWKW	Klein Wasserkraftwerk
kW	Kilowatt
km	Kilometer
kWh	Kilowattstunde
LK	Lastkurve
LL	„Life Line“ Tarif
MT	Mongolische Währung Tugrug
MR	Mongolische Regierung

MW	Megawatt
HGEVU	Hungui Galuutai Energieversorgungsunternehmen
HH	Haushalt
RE	Regenerative Energie
S.	Seite
sog.	Sogenannte
PV	Photovoltaik
u.a.	und andere
usw.	und so weiter
UW	Umspannungswerk
VNG	Versorgungsnetzgebiete
v.a.	vor allem
vgl.	vergleiche
TEVU	Tosontsengel Energieversorgungsunternehmen
Ts-U	Tsetsen-Uul
WKW	Wasserkraftwerk
WKA	Windkraftanlage
z.B.	zum Beispiel
ZM	Zavkhanmandal
ZGK	Zukünftige Grenzkosten
z.T.	zum Teil

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der mongolische Energieversorgungssystem	3
Abbildung 2: Wasserkraftwerk in Durgun Soum	4
Abbildung 3: Versorgungsstruktur von TEVU (Quelle: TEVU).....	7
Abbildung 4: Lokale Versorgungsstruktur von Tsetsen-Uul (Quelle: HGEVU)	11
Abbildung 5: Lokale Versorgungsstruktur von Zavkhanmandal (Quelle: HGEVU)	14
Abbildung 6: Versorgungsstruktur in den Regionen(Quelle: AUES)	18
Abbildung 7: Strömungsverhältnisse und Luftkräfte bei einem Widerstandsläufer.....	23
Abbildung 8: Luftkräfte an einem umströmten Tragflügelprofil.....	24
Abbildung 9:Luftkräfte an einem propellerartigen, auftriebsnutzenden Rotor	24
Abbildung 10: Prinzip des Wasserkreislaufs der Erde	26
Abbildung 11: Physikalische Zusammenhänge in einer Wasserkraftanlage	27
Abbildung 12: Schematischer Aufbau einer Wasserkraftanlage	29
Abbildung 13: Systematik der Wasserkraftnutzung	30
Abbildung 14: Eine typische Flusskraftwerk.....	30
Abbildung 15: Einsatzbereiche verschiedener Turbinentypen	33
Abbildung 16: Wirkungsgradverlauf unterschiedlicher Turbinenarten.....	33
Abbildung 17: Energieumwandlungskette der Wasserkraftnutzung	35
Abbildung 18: Jeweiligen Verluste und deren durchschnittliche Bandbreiten in den einzelnen Energiewandlungsstufen bzw. Bauteilen.....	36
Abbildung 19: Schematischer Betriebsplan eines Laufwasserkraftwerkes	37
Abbildung 20: Leistungsdiagramm des Laufwasserkraftwerkes.....	37
Abbildung 21: zukünftige Grenzkosten Wasser TEVU	45
Abbildung 22: zukünftige Grenzkosten Subvention 0% TEVU.....	46
Abbildung 23: Zukünftige Subvention 100% TEVU	46
Abbildung 24: Subventionkriterien in der Mongolei.....	48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Hauptvermögen von TEVU	8
Tabelle 2: Personal des TEVU (Quelle: TEVU)	9
Tabelle 3: Wichtigste Vermögen von HGEVU (Quelle: HGEVU).....	10
Tabelle 4: Wichtige Vermögen von Tsetsen-Uul (Quelle: HGEVU).....	12
Tabelle 5: Wichtige Vermögen von Zavkhanmandal (Quelle: HGEVU).....	15
Tabelle 6: Wasserkraftwerke in den Region (Quelle: AUES).....	16
Tabelle 7: Andere Energieerzeugungsanlagen in den Regionen (Quelle: AUES)	17
Tabelle 8: EVU in der Region	19
Tabelle 9: Klima und Wetter in der Mongolei.....	39
Tabelle 10: Wasserpotenzial von Soum.....	40
Tabelle 11: Anschaffungskosten für KWKW.....	42
Tabelle 12: Anschaffungskosten für Diesel.....	43
Tabelle 13: Subventionssituation in der Mongolei	44
Tabelle 14: Subventionsinstrumente.....	49
Tabelle 15: Unterschiede zwischen Anschaffungskosten und Abschreibung	53
Tabelle 16: Personalkosten von TEVU	55
Tabelle 17: Anschaffungskosten von TEVU	56
Tabelle 18: ZGK von TEVU	59
Tabelle 19: Tarif-Struktur von TEVU	59
Tabelle 20: Personalkostenrechnung von HGEVU	60
Tabelle 21: Anschaffungskosten von HGEVU.....	61
Tabelle 22: ZGK von HGEVU	62
Tabelle 23: Personalkostenrechnung Tsetsen-Uul.....	63
Tabelle 24: Anschaffungskosten von Tsetsen-Uul	64

Tabelle 25: ZGK von Tsetsen-Uul.....	65
Tabelle 26: Tarif-Struktur von Tsetsen-Uul	66
Tabelle 27: Personalkostenrechnung ZM	67
Tabelle 28: Anschaffungskosten von Zavkhanmandal.....	67
Tabelle 29: ZGK von Zavkhanmandal	69
Tabelle 30: Tarif-Struktur von Zavkhanmandal	70
Tabelle 31: Wasserkraftwerke in den Regionen	70
Tabelle 32: Gesamte Tarif	73

1 Einleitung

Die Mongolei ist rund vierundhalb mal so groß wie die Bundesrepublik Deutschland und zählt mit ca. 3 Millionen Einwohnern und einer Bevölkerungsdichte von 1,5 Personen pro Quadratkilometer zu den am dünnsten besiedelten Ländern der Welt. Als Binnenland ohne Zugang zum Meer und mit extremen klimatischen Bedingungen mit kurzen Sommern und langen, sehr kalten Wintern ist das Land von schwierigen natürlichen Verhältnissen geprägt. Knapp die Hälfte der Bevölkerung lebt auf dem Land, zum Teil als nomadisierende Viehhalter.

Das Land hat ein Bruttoinlandsprodukt von 1480 US\$ pro Kopf. Ca 36 Prozent der Bevölkerung haben pro Tag weniger als 1US\$ zur Verfügung. Die geographische Lage mit der Abhängigkeit von dem Wirtschaftsmarkt, der Russischen Föderation und der Volksrepublik China, macht die mongolische Wirtschaft bei gleichzeitiger Ausrichtung auf einige wenige Exportprodukte aus dem Rohstoffbereich besonders anfällig. Die Wirtschaftsentwicklung wird durch eine extrem schwache Infrastruktur im Energie- und Transportsektor behindert.

Die Schwierigkeiten in der Energieversorgung wirken sich nicht nur negativ auf die wirtschaftliche Entwicklung aus, sondern beeinträchtigen auch das tägliche Leben der Bevölkerung. Die Energieversorgung in den ländlichen Gebieten ist qualitativ und quantitativ unzureichend. Die Versorgung mit elektrischer Energie ist aufgrund der extrem hohen Dieselskosten auf wenige Stunden pro Tag und das meist nur in den kältesten Wintermonaten beschränkt. Auf der anderen Seite verfügt die Mongolei über extrem hohe solare Einstrahlungswerte und lokal, über gute Wasser- und Windkraftressourcen. Hohe komparative Kosten der Energieversorgung, eine extrem niedrige Bevölkerungsdichte und ausgezeichnete erneuerbare Energieressourcen führen zu einem hohen Nutzungspotenzial für erneuerbare Energien. Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieversorgung bieten die Basiselektrifizierung mit Photovoltaik in ländlichen Gebieten sowie die Elektrifizierung ländlicher Zentren mit Kleinwasserkraft und Kombinationssystemen aus verschiedenen Energieressourcen.

Die Mongolei besteht aus 21 Aimags und über 300 Soums und Bags. Die mongolischen Energieversorgungssysteme werden unerteilt in Zental-, Ost, Westenenergiesysteme. Gegenwärtig verfügt das Land über sechs Kohlekraftwerke mit drei Stromnetzen, die über 80 Prozent der Einwohner erreichen. Seit 2009 ist AUES gegründet, weil die zwei

Aimags (Zavkhan und Govi-Altai) nicht mit dem zum Zentral Energieversorgungssystem verbunden sind.

Das Ziel des AUES sind es, tägliche sichere Elektrizitätsquelle zu haben, Strom übertragen, zu in den zwei Aimags und mehrere Soums zu verteilen und 24 Stunden mit der Energie zu versorgen.

Die GIZ haben ein Projekt „Erschließung regenerativer Energiequellen in ländlichen Gebieten“ durchgeführt. Während der Durchführung des GIZ unterstützten Projektes "Entwicklung der erneuerbaren Energiequellen wurden die folgenden KWKW“ in drei Soums wie Tosontsengel, Tsetsen-Uul und Zavkhanmandal gebaut. Damit können die Verbraucher in den ländlichen Gebieten mit dem sicheren täglichen Strom versorgt werden. Die Tochterunternehmen, die Dieselkraftwerke und kleine Wasserkraftwerke sind, gehören alle zu AUES.

Das lokale Versorgungsunternehmen in zwei Aimags haben alle Dieselkraftwerke und auch damit sind immer die Verbraucher mit dem Energie mehr oder weniger versorgt.

Besonders in der Winterzeit werden die Verbraucher mit den hohen Dieselskosten wenige Stunden am Tag mit Energie versorgt. Deshalb bekommen die lokalen Versorgungsenergieunternehmen Subventionen vom Staat. Dadurch ist das künstliche niedrige Tarifsysteem in den ländlichen Gebieten begründet.

Seitdem die kleinen Wasserkraftwerke gebaut sind, gibt es keinen einheitlichen Tarif für Elektrizität in den ländlichen Gebieten.

Wenn in der Spitzenzeit die Kapazität von KWKW nicht ausreichend ist, werden die Dieselkraftwerke eingeschaltet, damit die Verbraucher 24 Stunden Strom haben.

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit dem Tarifsysteem in den ländlichen Gebieten erzeugter Energie. Im Speziellen werden die durchschnittlichen Kosten der Elektrizität am Beispiel eines Wasserkraftwerkes und auch Dieselskosten dargestellt.

2 Vorstellung der gegenwärtigen Energieversorgung in der Mongolei

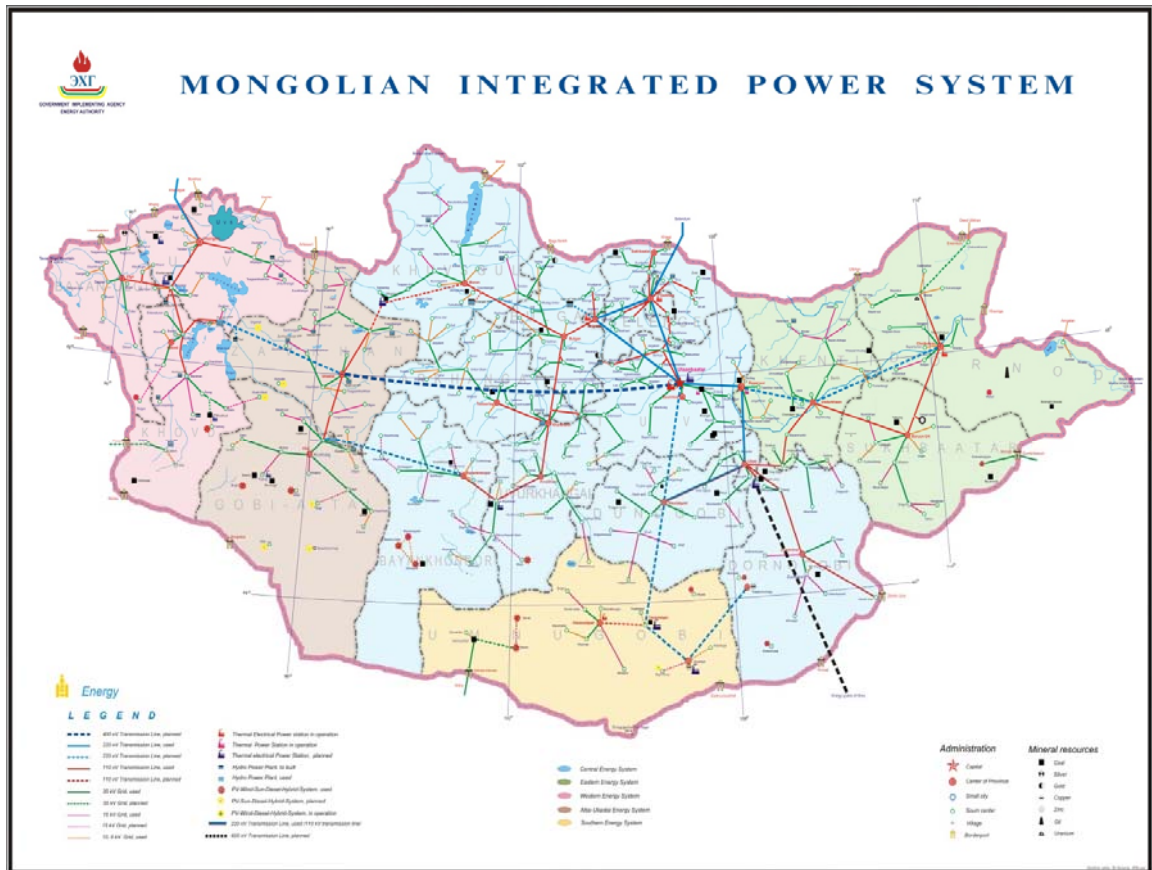


Abbildung 1: Der mongolische Energieversorgungssystem (Quelle: www.era.energy.mn)

Das mongolische Energieversorgungssystem besteht aus vier Systemen.

2.1 West Energiesystem

West Energiesystem wird mit der Energie, die Energie von der Russland importiert wurden, für drei Aimags¹ (Uvs, Bayan-Ulgii, Khovd) versorgt. Von der Grenze bis Umspannungswerke von drei Städten haben 462,5 km lang Spannungslinie mit 110 kV und vier Umspannungswerke mit 110/35/6 kV. Die vier Umspannungswerke haben auch Verteilungsnetze und Umspannungswerk mit 35/6/0,4 kV Spannung, der drei Aimag Zentrum und meisten nähere Soums² verteilt werden.

¹ Aimag: Die Mongolei besteht aus 21 Aimags. Die Aimags besteht mehrere Soums. Soum besteht mehrere Bags. Aimag sind wie Bundesländer vergleich in Deutschland.

² Soum: Soum sind kleinere Städte. Bag sind wie Dörfer.

Der jährliche Verbrauch der Energie ist ca. 60 kWh, Leistung der Spitzenlast(peakload) ist 14 MW im Winter, Grundlast(baseload) 900kW im Sommer. In diesen Gebieten gibt es ein Wasserkraftwerk, wo Khovd Aimag Durgun Soum ist.

Durgun Wasserkraftwerk:

Leistung 12 MW und ca 40 mill. Kwh Elektrizität produzieren jährlich Dieses Wasserkraftwerk ist neu gebaut und seit Ende des 2009 wird Energie erzeugt.



Abbildung 2: Wasserkraftwerk in Durgun Soum

Nachdem das Wasserkraftwerk gearbeitet ist, ist der Energieverbrauch um ca. 3.5% steigert. Trotzdem reicht es nicht für die Verbraucher der drei Aimags. Deshalb wird das Wasserkraftwerk mit dem russischen Energiesystem parallel arbeiten.

2.2 Ost Energiesystem

Ost Energiesystem hat Kohlekraftwerk von Dornod Aimag, 185 km lang höhe Spannungslinie, die Dornod und Sukhbaatar Aimag verbunden sind, und zwei Umspannungswerke mit 110/35/6 kV Spannung. Das Kohlekraftwerk wird jährlich 88,7 mill. kWh Strom erzeugt und davon 70,1 mill. kWh Elektrizität übertragen und verteilt. Kapazität des Kohlekraftwerk 36 mW, Spitzenlast im Winter 14 mW.

2.3 Zentral Energiesystem

Das zentrale Energiesystem ist das größte Energiesystem der Mongolei. Zum Zentral Energiesystem gehören fünf Kohlekraftwerke, die Kraftwerke 2, 3, 4 in Ulaanbaatar,

Darkhan und Erdenet sind, Übertragungsnetze von Zentralsystem und Verteilungsnetze von Ulaanbaatar, Darkhan, Erdenet und Baganuur.

Dazu gehören: Ulaanbaatar, Darkhan, Erdenet, Baganuur Städte

Aimag: Tuv, Dundgovi, Dornogovi, Khentii, Selenge, Bulgan, Arkhangai, Uvurkhangai, Khuvsgul, Bayankhongor, Govi Sumer usw über 270 Soums (ca. 270 Städte und Dörfer werden mit der Energie versorgt)

Seit 1976 wird das Zentral Energiesystem mit der 220 kV Spannungsline mit dem russischen Energiesystem parallel verbunden. Die Kohlekraftwerke der Zentral Energiesystem werden die Elektrizität erzeugt und an die Übertragungs- und Verteilungsnetze verteilt. Auch Wärmeenergie wird versorgt.

In den letzten Jahren sind der Verbrauch von Elektrizität und Wärme schnell verbreitet und gewachsen. Im Winter also in Spitzenlast wird die Elektrizität von Russland importiert, damit die Verbraucher zufrieden sind. Also 96,8% von der eigenen Produzierten Elektrizität und rest nämlich 3.2% wurde importiert. Jährliche produzierte Elektrizität 4000,0 mil. kWh und die Wärmeenergie 5700 taus.Gkal³.

2.4 Altai Uliastai Energiesystem (AUES)

AUES ist ein ganz neues Energiesystem in der Westmongolei. Diese zwei Aimags (Zavkhan und Govi-Altai) haben nicht mit der Zentral Energiesystem verbunden. Aber die haben selbständig Dieselkraftwerke. Jede Aimag hat 4-6 Dieselkraftwerke mit 500-1000 kW und 10/0,4 kV, 6/0,4 kV Elektrizitätslinie und Verteilungsnetze. Dieselkraftwerk hat 6-8 mV Spannungsleistung.

3 Übersicht von der Standort

3.1 AUES und regionaler Energieversorgungsstruktur

AUES wurde auf Initiative des Energieministeriums gegründet und ist ein regionales Energieversorgungsunternehmen geworden, das den Betrieb mittleren Westen Übertragungsnetzen ist. Das Unternehmen ist formal festgeschrieben, aber noch nicht

³ Quelle: Statistikinformation von Energy Regulatory Authority

betriebsbereit. Über 40 Mitarbeiter beschäftigen sich im Büro in Gobi Altai Aimag. Das Management von AUES und die wichtigsten Mitarbeiter sind qualifiziert und engagiert aber es fehlt ihnen an Erfahrung.

Das Konzept von einem regionalen Energieversorgungsunternehmen ist in guter Übereinstimmung mit der nationalen Energiepolitik. Das westliche Netz (Verbunden mit Russland) und das östliche Netz (angeschlossen an das zentrale Netz) werden durch ähnliche regionale Versorgungsunternehmen betrieben. Das Business Konzept AUES umfasst:

- Betrieb des mittleren Westen Übertragungsnetz,
- Betrieb aller Kraftwerke (Wasserkraft und Diesel) mit Ausnahme der im Besitz von Gemeinden (Kleine Diesel-Generatoren),
- Betrieb der Verteilungsnetze,
- Netzausbau (Netzerweiterung),
- Die weitere Entwicklung der Erzeugungskapazitäten.

Die Hauptvermögen wie Übertragungsleitungen, Verteilungsnetze und Kraftwerke, die zum Besitz des Staates gehören, werden zu Eigentum von AUES oder sind im Prozess zu übergeben.

Allerdings AUES betreibt nur einige Installationen. Der Tag-zu-Tag Operation ist in den meisten Fällen behandelt durch Tochtergesellschaften AUES oder unabhängige Versorgungsunternehmen. Zum Beispiel:

- Bogdiin Gol Kraftwerk - wird durch die UEVU, ein privat geführtes örtliches Versorgungsunternehmen verwaltet, Versorgung Uliastai Aimag-Zentrum mit Strom.
- Uliastai Aimag Zentrum Verteilungsnetz und Diesel-Kraftwerk - wird auch von UVU betrieben im Rahmen eines Konzessionsvertrags.
- Tosentsengel KWKW und Diesel-Kraftwerk zusammen mit den Verteilungsnetzen betrieben von der TEVU, die die Tochterunternehmen von AUES werden sollen(müssen).
- Zavkhanmandal und Tsetsen-Uul KWKW werden durch HGEVU, die auch zur Tochtergesellschaft der AUES gehören.
- Taishir WKW - werden direkt von AUES betrieben werden.

- Altai Aimag Zentrum Verteilungsnetz und Diesel-Kraftwerk werden direkt von AUES betrieben.

3.2 Tosontsengel Energieversorgungsunternehmen (TEVU)

3.2.1 Versorgungsstruktur

Die folgende Grafik zeigt die Versorgungsstruktur des TEVU:

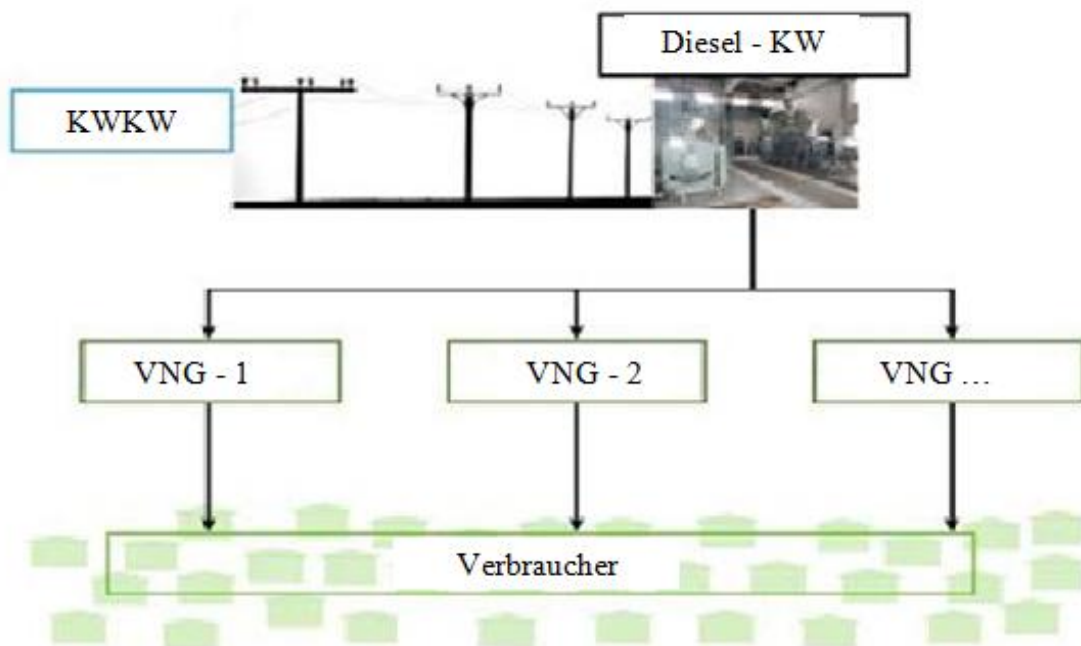


Abbildung 3: Versorgungsstruktur von TEVU (Quelle: TEVU)

- TEVU betreibt die KWKW in Tosontsengel, Stromübertragungsunternehmen dem Diesel-Kraftwerk in der Gemeinde Tosontsengel.
- Falls erforderlich, zusätzliche Diesel-Generatoren sind in Synchron Betrieb⁴.
- Der Strom wird in das Umspannungswerk übertragen und verteilt auf 11 Verteilungsnetzgebiete, zu Tosontsengel Gemeinschaft abdeckt.
- Die Verbraucher zahlen die Stromrechnung direkt an TEVU.
-

⁴ Diesel-Generatoren sind nicht täuscht Synchronisation ausgestattet. Daher hat die KWKW auf einen laufend zu synchronisieren Diesel-Generator.

3.2.2 Organisationsstruktur

TEVU ist das lokale Energieversorgungsunternehmen, das die Gemeinde von Tosontsengel mit Strom versorgt. Das Unternehmen ist gut gesichert(feststehend) und die notwendigen Organisations- und Management-Strukturen im Ort. Die wichtigsten Vermögenswerte der TEVU sind:

Artikel	Eigentümer	Kommentare
Bürogebäude in Tosontsengel	Vermögen der TEVU	Das Gebäude befindet sich in einem suboptimalen Zustand; Bürogeräte stehen kaum zur Verfügung (keine Computer).
Tosontsengel Diesel-Kraftwerk (3 x 500 kW [2001], 1 x 80 kW [2009 überholt])	Gebäude und Anlagen sind Vermögen von TEVU	Die Generatoren und Anlagen sind in recht gutem Zustand; und es wird eine regelmäßige Wartung durchgeführt.
Tosontsengel KWKW (1 x 250 kW, 1 x 125 kW [2005])	Die KWKW werden der mongolischen Regierung übergeben. Die MR hat beschlossen, um die Installation AUES zu weisen.	Alle Anlagen sind in gutem Betriebszustand. Die Betriebsdauer pro Jahr beträgt 9 Monaten.
Tosontsengel Verteilungsnetz (1.530 Stromzähler, 1.5 km Übertragungslinie)	Die KWKW wird an MR übergeben. Die MR hat beschlossen, um die Installation AUES zu weisen.	Netz- und Umspannungswerk sind in gutem Zustand aber nicht erreichen aller Haushalte. Eine Netzverlängerung ist weiter erforderlich, um mit dem Wachstum des Tosontsengel Soum Schritt zu halten.

Tabelle 1: Hauptvermögen von TEVU

TEVU beschäftigt insgesamt 27 Mitarbeiter. Die Qualifikation des technischen Personals, die noch nicht ausreichend um einen nachhaltigen Betrieb der technischen Anlagen zu gewährleisten. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick:

Funktion	№	Kommentare
Management	4	Der Manager des TEVU ist qualifiziert und in der Lage das Unternehmen zu führen. Der Chefsingenieur hat ausreichende Erfahrung mit KWKW.
Verwaltung & Finanzen	6	Die Lage ist gut abgedeckt.
Netzbetrieb & Wartung	6	Personal der Netzbetrieb braucht eine Grundausbildung in Lastkurven Management.
Generation den Betrieb & Wartung	11	Personal des KWKW Betrieb braucht weitere Grundausbildung.

Tabelle 2: Personal des TEVU (Quelle: TEVU)

TEVU wird eine 100% (hundert prozentige) Tochtergesellschaft der AUES geworden. Die zuständigen Behörden der MR bereits machten diese Entscheidung und die rechtlichen Verfahren sind eingeleitet worden.

3.3 Hungui Galuutai Energieversorgungsunternehmen (HGEVU)

3.3.1 Versorgungsstruktur

HGEVU ist in der Tat ein unabhängiger Stromerzeuger. Das Unternehmen betreibt die KWKW in Zavkhanmandal und Tstsen-Uul zusammen mit dem beigefügten Übertragungsleitungen.

3.3.2 Organisationsstruktur

HGEVU wird derzeit im Zuge der Gründung der Gesellschaft. Das Unternehmen wird als unabhängiger Stromerzeuger arbeiten und ist zu 100% im Besitz von AUES. Das Versorgungsunternehmen von Tsetsen-Uul und Zavkhanmandal erzeugt Strom aus zwei Wasserkraftwerken. Die wichtigsten Vermögenswerte von HGEVU werden:

Artikel	Eigentümer	Kommentare
Tsetsen-Uul KWKW	Um mehr zu AUES übergeben werden - HGEVU	Die KWKW ist neu gebaut und startet das erste Betriebsjahr im Jahr 2011.
Zavkhanmandal KWKW	Um mehr zu AUES übergeben werden - HGEVU	Die KWKW sind 2011 das erste Jahr im Betrieb.
Tsetsen Uul- Übertragungslineie	Um mehr zu AUES übergeben werden -HGEVU	Neu gebaute Hochspannungsleitung und Transformatoren.
Zavkhanmandal Übertragungslineie	Um mehr zu AUES übergeben werden - HGEVU	Neu gebaute Hochspannungsleitung und Transformatoren.

Tabelle 3: Wichtigste Vermögen von HGEVU (Quelle: HGEVU)

HGEVU hat noch keine operativen Strukturen. Deshalb beschäftigt sich es keine Mitarbeiter.

3.4 Lokale Energieversorgungsunternehmen in Tsetsen-Uul

3.4.1 Versorgungsstruktur

Die folgende Grafik zeigt die Versorgungsstruktur:

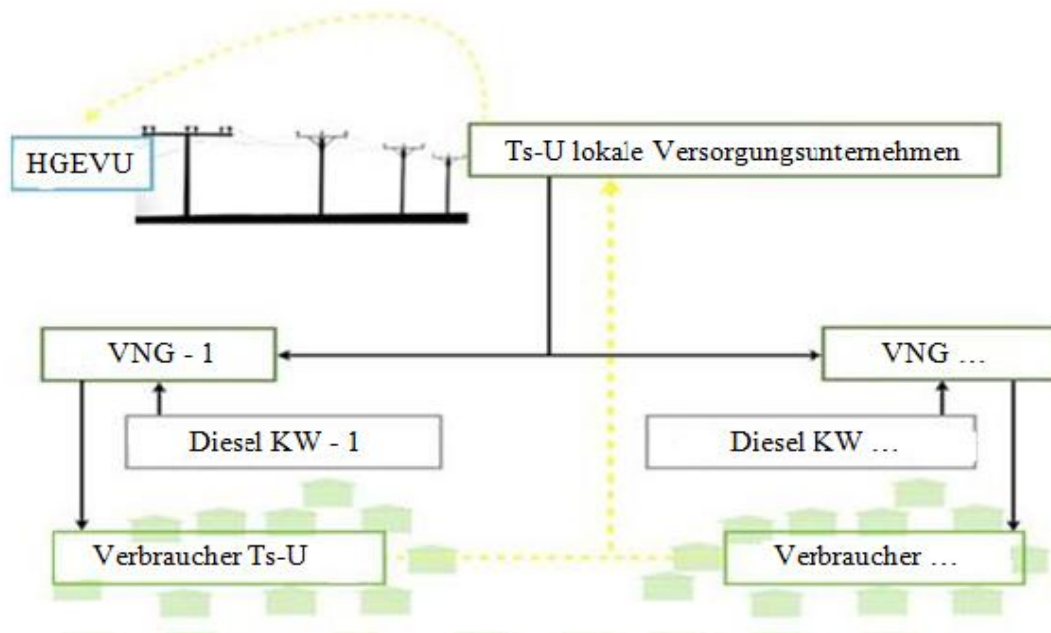


Abbildung 4: Lokale Versorgungsstruktur von Tsetsen-Uul (Quelle: HGEVU)

- Das lokale Energieversorgungsunternehmen kauft Strom aus HGEVU, wird über die HGEVU Übertragungslinie in die lokale Stromnetz eingespeist und durch das Energieversorgungsunternehmen betrieben.
- Wenn nötig ist, wird zusätzliche Strom mit lokalen Diesel-Generatoren erzeugt und liefert direkt an den jeweiligen Netzbereich. Dieser Vorgang wird durch das Energieversorgungsunternehmen verwaltet.
- Das Energieversorgungsunternehmen versorgt die Verbraucher in den verschiedenen Netzbereichen.
- Die Verbraucher zahlen direkt an das EVU.

3.4.2 Organisationsstruktur

Zur Zeit der Gemeinschaft, mit Hilfe das neue gebaute Verteilungsnetz betreibt im Besitz der lokalen Diesel-Generatoren. Ein verwaltetes System ist nicht vorhanden, um

Diesel-Generatoren und KWKW in einem optimierten kombinierten Erzeugungssystem zu betreiben.

Die wichtigsten Vermögenswerte der örtlichen Versorgungsunternehmen werden:

Artikel	Eigentümer	Kommentare
4-Diesel-Generatoren in der Größenordnung zwischen 60 bis 70 kW	Im Besitz von den einzelnen Gemeinschaften (Tsetsen-Uul Gemeinschaft hat keinen Diesel-Generator)	Keine Synchronisation Einheit beigefügt
Verteilungsnetz	Um mehr zu AUES übergeben werden	Neu gebaute Stromleitungen und Transformatoren

Tabelle 4: Wichtige Vermögen von Tsetsen-Uul (Quelle: HGEVU)

Technisch gesehen, können die vorhandenen Generatoren nicht mit dem KWKW synchronisieren. Deshalb, um dieses Problems zu überwinden, muss das folgende Verfahren angewendet werden:

- KWKW wird bis zur Kapazitätsgrenze betrieben,
- An diesem Punkt der KWKW muss das Netz(grid) ausgeschaltet werden,
- Ein Diesel-Generator wird gestartet und mit dem Netz verbunden mit hoher Kapazität,
- Nun können der KWKW zu dem laufenden Diesel-Generator synchronisieren.

Daher wird die Grundlast durch einen Diesel-Generator vorgesehen, während der KWKW Strom produziert. Dieses System setzt voraus, dass:

- Die KWKW nur einem Diesel-Generator synchronisieren kann,
- In Zeiten, in denen die Nachfrage in der Startaufstellung durch die KWKW kann in Kombination mit einem Diesel-Generator erfüllt, sind alle Netzbereiche geliefert – die restlichen Diesel-Generatoren werden nicht betrieben.

- In Zeiten, in denen mehr Diesel-Generatoren benötigt werden, um die Versorgung zu erfüllen, hat man Netzbereich von kombinierten KWKW-Diesel-Generator, während die anderen Netzbereich geliefert werden muss aus dem Netz schneiden und getrennt von den übrigen Generatoren, jeweils einzeln geliefert werden,
- Alle Netzbereiche müssen durch ein Energieversorgungsunternehmen geliefert werden, um das oben geschriebene System anzuwenden.
(Das EVU hat keine noch operativen Strukturen. Deshalb beschäftigt es keine Mitarbeiter.)

3.5 Lokale Energieversorgungsstruktur in Zavkhanmanal

3.5.1 Versorgungsstruktur

Die Struktur des Angebots ist identisch mit Tsetsen-Uul:

- Das lokale Energieversorgungsunternehmen kauft Strom aus HGEVU, wird über die HGEVU Übertragungsline in das lokale Stromnetz eingespeist und durch den Energieversorgungsunternehmen betrieben.
- Wenn es nötig ist, wird zusätzlicher Strom mit den lokalen Diesel-Generatoren erzeugt und liefert direkt an den jeweiligen Netzbereich. Dieser Vorgang wird durch die Energieversorgungsunternehmen verwaltet.
- Das Energieversorgungsunternehmen versorgt die Verbraucher in den verschiedenen Netzbereichen. (Die Verbraucher werden in den verschiedenen Netzbereichen durch das Energieversorger versorgt.)
- Die Verbraucher zahlen direkt an das EVU.

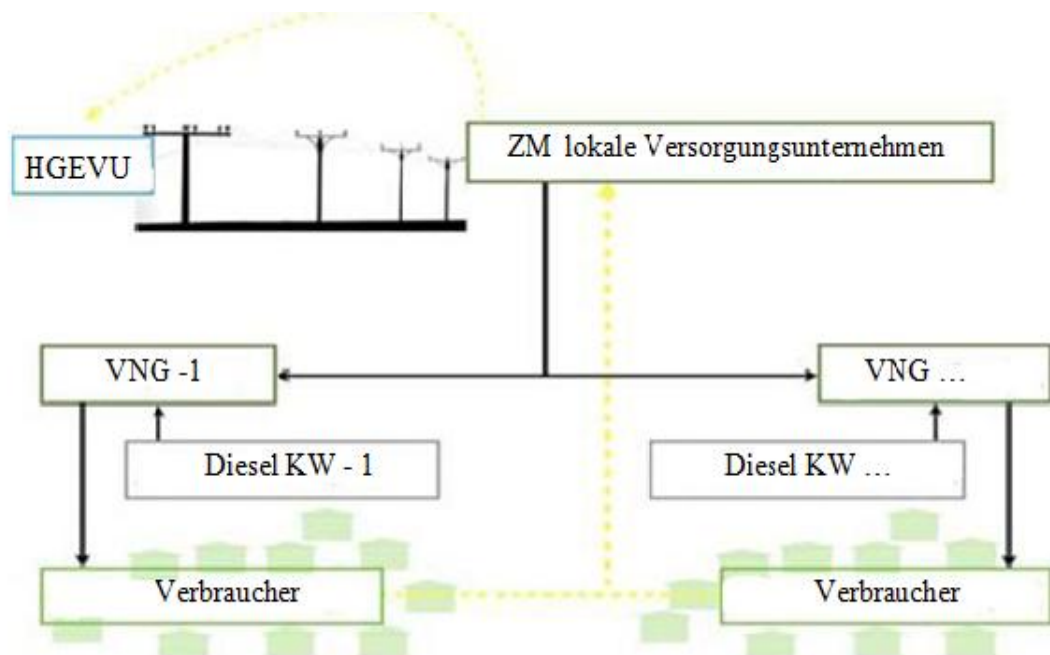


Abbildung 5: Lokale Versorgungsstruktur von Zavkhanmandal (Quelle: HGEVU)

3.5.2 Organisationsstruktur

Zur Zeit der Gemeinschaft, mit Hilfe das neu gebaute Verteilungsnetz betreibt im Besitz der lokalen Diesel-Generatoren. Ein verwaltetes System ist nicht vorhanden, um Diesel-Generatoren und KWKW in einem optimierten kombinierten Erzeugungssystem zu betreiben. Die wichtigsten Vermögenswerte der örtlichen Versorgungsunternehmen werden:

Artikel	Eigentümer	Kommentare
Zavkhanmandal Diesel Generator (70 kW)	Im Besitz der Gemeinde von Zavkhanmandal	Keine Synchronisation Einheit beigefügt
Erdenehairkhan Diesel Generator (70 kW)	Im Besitz der Gemeinde von Erdenehairkhan	Keine Synchronisation Einheit beigefügt
Verteilungsnetz	Raster über AUES	Neu gebaute Stromleitungen und Transformatoren.

Tabelle 5: Wichtige Vermögen von Zavkhanmandal (Quelle: HGEVU)

Technisch gesehen, können die vorhandenen Generatoren nicht mit dem KWKW synchronisieren. Deshalb, um dieses Problem zu überwinden, müssen sie das folgende Verfahren anwenden:

- KWKW wird bis an die Kapazitätsgrenze betrieben,
- An diesem Punkt der KWKW muss das Netz(grid) ausgeschaltet werden,
- Ein Diesel-Generator gestartet werden und mit dem Netz verbunden mit hoher Kapazität,
- Nun können der KWKW zu dem laufenden Diesel-Generator synchronisieren.

Daher wird die Grundlast durch einen Diesel-Generator vorgesehen, während der KWKW produziert Stand-by-Strom. Dieses System setzt voraus, dass:

- Die KWKW kann nur mit einem Diesel-Generator synchronisieren,
- In Zeiten, in denen die Nachfrage in der Startaufstellung durch die KWKW kann in Kombination mit einem Diesel-Generator erfüllen, sind alle Netzbereiche geliefert – die restlichen Diesel-Generatoren werden nicht betrieben.
- In Zeiten, in denen mehr Diesel-Generatoren benötigt werden, um die Versorgung zu erfüllen, hat man Netzbereich von kombinierten KWKW-Diesel-Generator, während die anderen Netzbereich geliefert werden muss aus dem Netz schneiden und getrennt von den übrigen Generatoren, jeweils einzeln geliefert werden,
- Alle Netzbereiche müssen durch ein Energieversorgungsunternehmen geliefert werden, um das oben geschriebene System anwenden.

Das EVU hat noch keine operativen Strukturen. Deshalb beschäftigt es keine Mitarbeiter.

3.6 Anschaffungskosten (Wiederbeschaffungskosten)

Die Anschaffungskosten sind in aller Tarifrrechnung berücksichtigt, da es für den nachhaltigen Betrieb der Anlagen von wesentlicher Bedeutung ist. Kapitalkosten für die Erstinvestition, sind jedoch nicht enthalten, da davon ausgegangen ist, dass Investitionen in die ländliche Elektrifizierung Strukturen in Form von Subventionen durch die Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.

3.7 Subventionen

Subventionen sind von entscheidender Bedeutung, den Zugang zu Strom für die ländliche Bevölkerung zu bieten. Allerdings hat die Subventionen des Regierungssystem an bestimmte Kriterien der Internationalen Energie Agentur entwickelt, um die wirtschaftliche Entwicklung zu fördern und nicht an private oder kommunale Initiativen behindern. Deshalb muss die Subvention der Regierung in der Mongolei entsprechend reformiert werden, die auch einen politischen Prozess benötigt.

4 Vorhandene Stromversorgungsstruktur in den Regionen

4.1 Erzeugung

Während der Durchführung der GIZ unterstützte Projekt "Entwicklung der erneuerbaren Energiequellen "die folgenden KWKW“ gebaut wo:

Anlagen	Installierte Kapazität	Kommentare
Tosontsengel	375 kW	Integriert in die Struktur der TEVU, operationellen für eine Reihe von Jahren
Zavkhanmandal	125 kW	geplant, in HGPC integriert werden, Pilotbetrieb wurde im Jahr 2009 begonnen
Tsetsen-Uul	135 kW	geplant, in HGPC integriert werden, Pilotbetrieb wurde im Jahr 2009 begonnen

Tabelle 6: Wasserkraftwerke in den Region (Quelle: AUES)

Darüber hinaus sind die folgenden großen Anlagen zur Erzeugung in der Region verfügbar (kleine Diesel-Generatoren in Soum unter 100 kW sind nicht enthalten):

Anlagen	Installierte Kapazität	Kommentare
Taishir Wasserkraftwerk	11 MW	nicht in Betrieb, da das Reservoir noch nicht gefüllt ist; Grundlast Betrieb nicht möglich sein wird wegen der hydrologischen Verhältnisse, daher als Stand-by-Betrieb, um Nachfragespitzen abdecken nur betrieben werden.
Bogdiin Gol Wasserkraftwerk	2 MW	UEVU wird auf Konzessionsbasis betrieben, die Konzession wird durch AUES befragt.
Tosontsengel Diesel - Generator	1,5 MW	Durchgeführt von TEVU, die aufgrund von Reparaturarbeiten nur 1,1 MW zur Verfügung im Moment.
Uliastai Diesel – Generator	7 MW	UEVU wird auf Konzessionsbasis betrieben, die Konzession wird durch AUES befragt.
Altai Diesel-Generator	5 MW	betrieben von AUES
Mogoin Gol Kohlekraftwerk	26 MW	nicht bauen, Realisierung sehr fraglich.

Tabelle 7: Andere Energieerzeugungsanlagen in den Regionen (Quelle: AUES)

4.2 Übertragung

Die AUES Übertragungsnetz wird in großen Teilen neu gebaut, aber nicht operativ durch die Nichtverfügbarkeit der Grundlast in der Startaufstellung. Die Netzkarte auf der folgenden Seite zeigt die gegenwärtige Struktur:

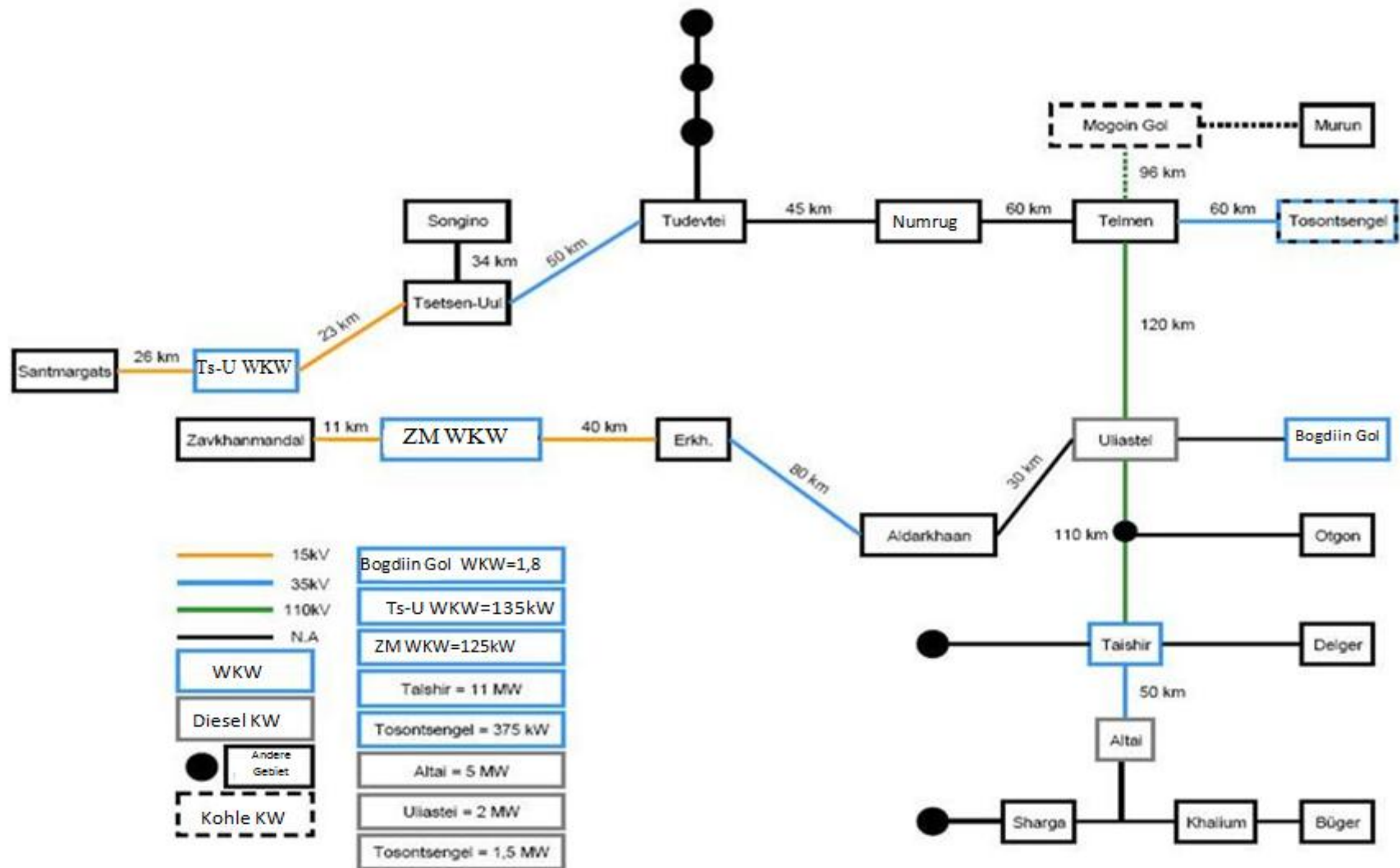


Abbildung 6: Versorgungsstruktur in den Regionen(Quelle: AUES)

4.3 Verteilung

Die Verteilungsnetze der Tosontsengel, Tsetsen-Uul und Zavkhanmandal wurden mit Unterstützung der "Entwicklung der erneuerbaren Energiequellen" Projekt rehabilitiert. In der Zeit der Rehabilitation, alle Haushalte und gewerblichen Verbraucher wurden mit Stromzählern ausgestattet. Die Gemeinden haben schnell zugenommen und in der Zwischenzeit neue Wohngebiete entwickelt, die an das lokale Stromnetz angeschlossen wurden. Doch die neuen Verbindungen, bei denen die Verbraucher nicht mit Zählern ausgestattet sind.

4.4 Versorgungsunternehmen (lokale)

All netzferne Stromversorgung in der Region wurde derzeit durch die jeweiligen Gemeinden organisiert. Ausnahmen sind nur die folgenden:

EVU	Kommentar
AUES	AUES fungiert als lokale Energieversorger im Altai Aimag-Zentrum, den Betrieb der Altai Diesel-Kraftwerk und die Versorgung durch das Altai lokale Stromnetz.
UEVU	UEVU ist ein private EVU, das Betriebssystem Uliastai Diesel-Power Anlage und die Bogdyn Gol KWKW, versorgt Uliastai Aimag-Zentrum auf Konzessionsbasis.
TEVU	TEVU ist der lokale Energieversorger in Tosontsengel Betrieb der Tosontsengel Diesel-Kraftwerk und die KWKW. TEVU ist noch unabhängig, sondern werden in die AUES Struktur integriert.

Tabelle 8: EVU in der Region

5 Grundlagen erneuerbaren Energie

Unter dem Begriff erneuerbare oder regenerative Energien versteht man die Energiequellen, die unter menschlichen Zeithorizonten unerschöpflich sind⁵.

Erneuerbare Energien, auch regenerative Energien, sind Energien aus Quellen, die sich entweder kurzfristig von selbst erneuern oder deren Nutzung nicht zur Erschöpfung der Quelle beiträgt⁶. Es sind nachhaltig zur Verfügung stehende Energieressourcen, die insbesondere Wasserkraft, Windenergie, Sonnenenergie, Erdwärme und die durch Gezeitenerzeugte Energie sind.

5.1 Stromerzeugung aus Solarstrahlung mit Photovoltaik

Die Sonne und auch Sonnenenergie sind die wichtigste und größte regenerative Energiequelle. Die Sonnenstrahlung kann direkt durch solarthermische oder Photovoltaische Anlagen genutzt werden. Unter indirekte Sonnenenergie versteht man die Windkraft und Wasserkraft. Die Sonne besteht etwa 80% aus Wasserstoff, 20% Helium und nur 0,1% aus anderen Elementen⁷.

Die Sonne liefert in Form von Strahlung, durch die das Leben auf der Erde erst möglich wird. Dies geschieht im Inneren der Sonne durch die Verschmelzung von Wasserstoffkernen zu Heliumkernen. Dies geschieht im Inneren der Sonne durch die Verschmelzung von Wasserstoffkernen zu Heliumkernen. Dabei wird ein der Masse in Energie umgewandelt. Die Sonne und Erde gelangt nur ein winziger Teil der Sonnenstrahlung auf die Erdoberfläche. Dies erreicht im Jahr einer Energiemenge von $1,08 \cdot 10^{18}$ kWh/a gleich⁸.

Die Energiemenge des einfallenden Sonnenlichts entspricht damit etwa dem 10.000 fachen des weltweiten jährlichen Energiebedarfs. Es müssen nur 0,01% der Energie des Sonnenlichts genutzt werden, um den gesamten Energiebedarf zu sein.

Photovoltaische Anlagensysteme können in Inselsysteme und netzgekoppelte Systeme eingeteilt werden. Bei Inselsystem wird der solare Energieertrag mit dem Energiebedarf abgestimmt. Der solare Energieertrag werden oft ziemlich nicht mit dem Energiebedarf der angeschlossenen Verbraucher übereinstimmt, werden in der Regel zusätzliche

⁵ Vgl. Volker Quaschnig; Regenerative Energiesysteme, 5., aktualisierte Auflage, 2007, S. 34

⁶ http://de.wikipedia.org/wiki/Erneuerbare_Energie

⁷ Vgl. Volker Quaschnig; Regenerative Energiesysteme, 5., aktualisierte Auflage, 2007, S. 49

⁸ Vgl. Volker Quaschnig; Regenerative Energiesysteme, 5., aktualisierte Auflage, 2007, S. 36

Speicher(Akkumulatoren) sowie zusätzliche Energiequellen (Hybridsysteme) eingesetzt. Bei Netzgekoppelten Systemen wirkt das öffentliche Stromnetz als Energiespeicher.

In der Mongolei scheint die Sonne jährlich über 300 Tagen.⁹ Deshalb benutzen die Leute auf dem Land viele Anlagensysteme für sich. Es wird die Energie im Akkumulatoren gespeichert, damit die Nomaden am Abend und in der Nacht Licht, Fernsehen und Handy laden usw.

5.1.1 Solarstrahlung

Die Sonnenstrahlung(außerhalb der Erdatmosphäre) ist abhängig vom Abstand zwischen Sonne und Erde. Auf der Erdoberfläche wird Bestrahlungsstärke nicht erreicht. Die Erdatmosphäre reduziert die Sonnenstrahlung durch Reflexion, Absorption(durch Ozon, Wasserdampf, Sauerstoff oder Kohlendioxid) und Streuung(durch Moleküle, Staubteilchen oder Verunreinigung). An der Erdoberfläche wird bei schönem Wetter um die Mittagszeit eine Bestrahlungsstärke von 1.000 W/m² erreicht.

5.2 Stromerzeugung aus Windenergie

5.2.1 Windverhältnisse

Die Windverhältnisse werden die wichtigste Grundlage für die Windenergienutzung genutzt. Sie sind doch der Energieträger, der in weiterer Folge für den wirtschaftlichen Betrieb einer Windkraftanlage entscheidet. Möglichst konkrete und langfristige Datengrundlagen über die Windhäufigkeit eines Standortes sind in Form der Ertragskalkulation wesentlicher Bestandteil der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und entscheidend für das Investitionsvorhaben.

Winddaten von öffentlichen Messstationen werden und wurden ausschließlich unter meteorologischen Gesichtspunkten gemessen und ausgewertet. Diese Daten sind mit Blick auf die technische Nutzung des Windes durch Windkraftanlagen nicht ausreichend. In den meisten Fällen, sind diese Messstationen nicht am Standort vorhanden. Die Erfassung der Windgeschwindigkeit erfolgt in gut zugängigem bewohntem Gebiet in geringer Höhe.

⁹ <http://www.era.energy.mn/>

Die Ermittlung der Windverhältnisse mit einer Messstation am geplanten Standort der Windkraftanlagen ist eine wichtige Grundlage. Die Erfassung der Windwerte sollte im Minimum über den Zeitraum eines Jahres erfolgen. Die Windverhältnisse möglichst genau eingeschätzt werden können.

5.2.2 Windenergiewandlung

Die primäre Aufgabe einer Windkraftanlage ist die Energieumwandlung, der kinetischen Energie des Windes in mechanische Energie. Der Vorgang des Entzuges von mechanischer Arbeit aus einem bewegten Luftstrom mit Hilfe eines Rotors folgt einer grundsätzlichen Gesetzmäßigkeit.

Albert Betz wurde in den Jahren 1922 durch die Anwendung elementarer physikalischer Gesetze erkannt. Er zeigte, dass die entnehmbare mechanische Leistung aus einem Luftstrom, der durch eine vorgegebene Querschnittsfläche strömt, auf einen ganz bestimmten Wert im Verhältnis zu der im Luftstrom enthaltenen Leistung begrenzt ist.¹⁰ Betz erkannte, dass der optimale Leistungsentzug nur bei einem bestimmten Verhältnis der Strömungsgeschwindigkeit vor und hinter dem Rotor möglich ist.

Die enthaltene Leistung im Wind wird geschrieben durch die Gleichung:

$$P_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$$

ρ - Dichte der Luft

A - vom Wind geströmte Fläche

v - Windgeschwindigkeit

Die Betzschen Theorie liegt darin, dass sie eine gemeinsame physikalische Grundlage für das Verhältnis und die Wirkungsweise von Windenergiewandlern unterschiedlicher Bauart bildet.

Das wesentliche Ergebnis seiner mathematischen Herleitung ist der Leistungsbeiwert, das heißt, das Verhältnis der entziehbaren mechanischen Leistung zu der im Luftstrom enthaltenen Leistung. Der Wert ist bekannt als idealer Leistungsbeiwert c_p , auch Betzscher Wert bezeichnet.

$$\text{Leistungsbeiwert: } c_p = \frac{16}{27} = 0,593$$

¹⁰ Vgl. Hau, Erich; Windkraftanlagen, 3. Auflage, Berlin 2003; S.79 (zitiert als Hau)

Die wesentlichen Erkenntnisse aus der Betz Theorie lassen sich wie folgt zusammenfassen:¹¹

- Der eine Windstrom durch einen Energiewandler entziehbare mechanische Leistung steigt mit der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit.
- Die Leistung nimmt linear mit der Querschnittsfläche des durchströmten Wandlers zu, steigt also quadratisch mit seinem Durchmesser.
- Das Verhältnis von entziehbarer mechanischer Leistung zu der im Windstrom enthaltenen Leistung ist auch bei idealer Stromung und verlustloser Umwandlung auf den Zahlenwert 0,593 begrenzt. Es können also nur knapp 60% der Windenergie eines bestimmten Querschnittes in mechanische Arbeit umgewandelt werden.

Widerstandläufer

Die Nutzung der Windenergie nach dem Widerstandsprinzip erlaubt eine sehr einfache Bauweise, hat aber schlechte Wirkungsgrade zur Folge. Das Funktionsprinzip dieser Bauweise besteht darin, dass eine der Windströmung entgegengestellte Fläche aufgrund ihres Luftwiderstandes zur Seite gedrückt wird.

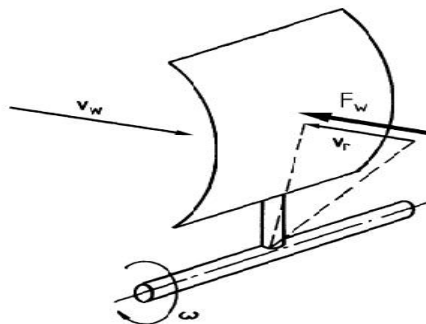


Abbildung 7: Strömungsverhältnisse und Luftkräfte bei einem Widerstandsläufer¹²

Antriebsnutzender Rotor

Ist die Form der Rotorblätter so gestaltet, dass der aerodynamische Auftrieb genutzt werden kann, lassen sich erheblich höhere Leistungsbeiwerte erzielen. Die Ausnutzung des aerodynamischen Auftriebs, analog den Verhältnissen an einem Flugzeugtragflügel, steigt den Wirkungsgrad beträchtlich.

¹¹ Vgl. Hau, Erich; Windkraftanlagen, 3. Auflage, Berlin 2003; S.84

¹² Quelle: Hau, Erich; Windkraftanlagen, 3. Auflage, Berlin 2003; S.85

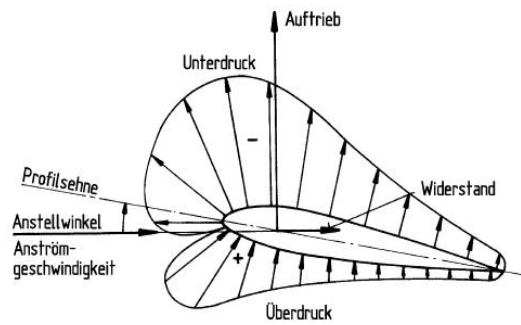


Abbildung 8: Luftkräfte an einem umströmten Tragflügelprofil¹³

Der wesentliche Unterschied bei der Windkraftnutzung besteht darin, dass die Rotorblätter als im Zentrum befestigte Hebelarme sich um die eigene Achse drehen und somit ein Drehmoment ausüben, dessen Kraft auf einen Generator übertragen werden kann. Am besten geeignet ist der Propellertyp mit horizontaler Drehachse.

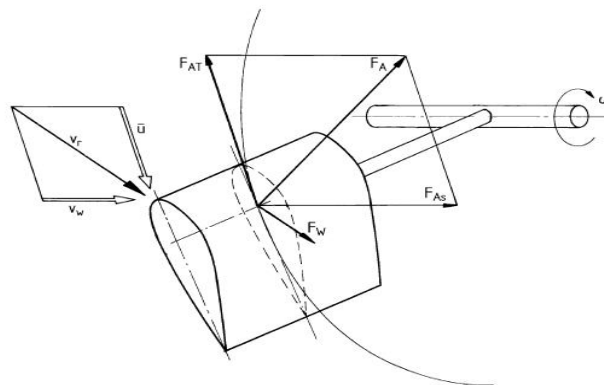


Abbildung 9: Luftkräfte an einem propellerartigen, auftriebsnutzenden Rotor¹⁴

Durch das Auftreffen des Windes auf einen Rotorflügel, der gegenüber der Windrichtung einen leicht versetzten Anstellwinkel besitzt, entsteht unterhalb des Flügels ein Überdruck, während oberhalb ein Unterdruck herrscht. Durch diese Druckdifferenz wird eine Auftriebskraft erzeugt.

5.2.3 Bauformen von Windkraftanlagen

Windkraftanlagen lassen sich einmal hinsichtlich, ihrer aerodynamischen Wirkungsweise und zum anderen nach ihrer konstruktiven Bauweise unterscheiden. Für die aerodynamische Wirkungsweise ist die Tatsache kennzeichnend, ob der

¹³ Quelle: Hau, Erich; Windkraftanlagen, 3. Auflage, Berlin 2003; S.86

¹⁴ Quelle: Hau, Erich; Windkraftanlagen, 3. Auflage, Berlin 2003; S.87

Windenergiewandler seine Leistung ausschließlich aus dem Luftwiderstand seiner im Luftstrom bewegten Flächen bezieht, oder ob er in der Lage ist, den aerodynamischen Auftrieb zu nutzen.

Die Unterscheidung der Bauformen von Windkraftanlagen erfolgt nach konstruktiven Gesichtspunkten. Das offensichtliche Merkmal ist die Lage der Drehachse des Windmotors. Es wird deshalb zwischen Rotoren mit vertikaler und horizontaler Drehachse unterscheiden.

5.3 Stromerzeugung aus Wasserenergie

Als Ende des 19. Jahrhunderts die Elektrifizierung begann, war die Wasserkraft von Anfang an mit dabei. Am Anfang war es kleine Turbinen, die einen elektrischen Generator antrieben. Heutzutage ist die Wasserkraft bei der Stromerzeugung weltweit die wichtigste regenerative Energiequelle. Die Anteile aus geografischen Unterschieden sind in einzelnen Ländern unterschiedlich. In Ländern wie Brasilien, Österreich, Kanada oder der Schweiz liegt der Anteil noch deutlich über 50%¹⁵. In Deutschland liegt mit rund 4% .

Dargebot der Wasserkraft

Die Erde wird auch als blauer Planet bezeichnet, da 71% der Erdoberfläche bestehen aus Wasser. Ohne die Sonne wäre unser blauer Planet nicht blau, sondern eine reine Eiswüste. Durch die Sonnenwärme sind jedoch 98% des Wassers flüssig. Auf der Erde gibt es insgesamt rund 1,4 Milliarden km³ Wasser. Davon 97,4% sind Salzwasser in den Meeren und nur 2,6% Süßwasser. Fast drei Viertel des Süßwassers ist in Polareis, Meereis und Gletschern gebunden, der Rest hauptsächlich im Grundwasser und in der Bodenfeuchte. Das Wasser der Erde liegt nur unter 0,02% in Flüssen und Seen. Durch den Einfluss der Sonne verdampfen im Jahresmittel 980 l/m² von der Erdoberfläche, insgesamt rund 500.000 km³ pro Jahr¹⁶.

¹⁵ Vgl. Volker Quaschnig; Regenerative Energiesysteme, 5., aktualisierte Auflage, 2007, S. 268-269

¹⁶ Vgl. Volker Quaschnig; Regenerative Energiesysteme, 5., aktualisierte Auflage, München 2007, S. 269

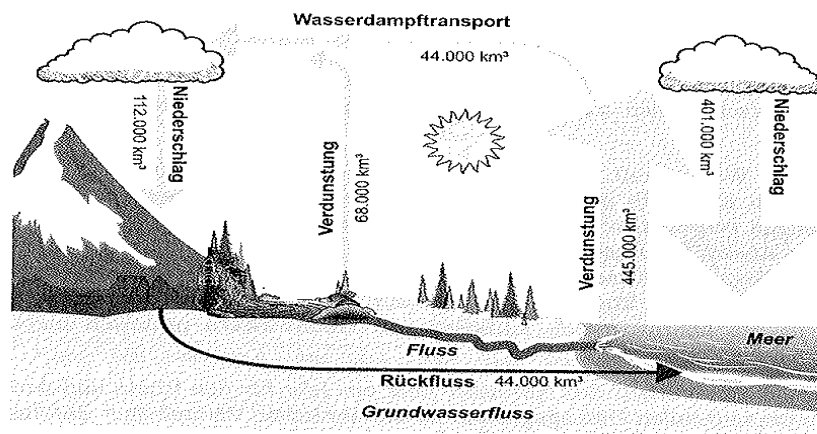


Bild 7.1 Prinzip des Wasserkreislaufs der Erde

Abbildung 10: Prinzip des Wasserkreislaufs der Erde¹⁷

5.3.1 Physikalische Grundlagen

Eine Wasserkraftanlage dient dazu, die potenzielle Energie des Wassers nutzbar zu machen.

Systemaufbau

Eine Wasserkraftanlage besteht aus einem Wehr und Systemkomponenten Einlaufbauwerk, ggf. Triebwasserleitung sowie Turbinenhaus mit dem Auslauf. Das Triebwasser wird der Turbine über das Einlaufbauwerk und die Leitung aus dem Oberwasser zugeführt und fließt anschließend über den Auslauf in das Unterwasser¹⁸.

¹⁷ Volker Quaschnig; Regenerative Energiesysteme, 5., aktualisierte Auflage, 2007, S. 269

¹⁸ Vgl. M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Sytemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 334

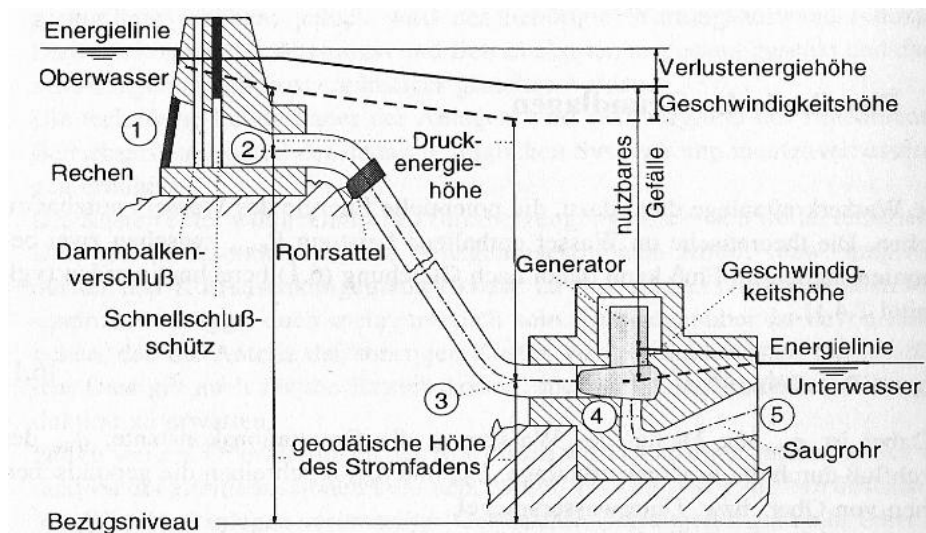


Abbildung 11: Physikalische Zusammenhänge in einer Wasserkraftanlage¹⁹

Einlauf

Das Einlaufbauwerk produziert die Verbindung von Oberwasser und Turbinenzulauf. Am Anfang des Einlaufbauwerks befindet sich im Beispiel (aus Quelle) ein Rechen, der Schwemmgut vom der Anlage fernhält. Weiterhin sind im Einlaufbauwerk ein Dammbalkenverschluss und ein Schnellschlußschütz vorhanden. Der Dammbalkenverschluss ist ein Verschlussorgan, durch das die Wasserkraftanlage bei Reparaturen abgedichtet werden kann.

Im Einlaufbauwerk stattgefunden werden, dass die potenzielle Energie des Wassers in kinetischer Energie umgewandelt wird. Aufgrund der Einlaufverluste und des Strömungswiderstandes am Rechen geht dabei ein Teil der Energie vor der Nutzung in der Turbine verloren²⁰.

Druckrohrleitung

Mit Hilfe der Druckrohrleitung wird der räumliche Abstand zwischen dem Oberwasser bzw. dem Einlaufbauwerk und der Turbine überbrückt. Dabei findet eine weitere Umwandlung von potenzieller Energie in Druckenergie statt. Wegen der Rohrleitung wird hierbei ein Teil der Energie verloren. Bei Flusskraftwerken mit geringen Fallhöhen entfällt diese Rohrleitung. Das Wasser fließt vom Einlaufbauwerk direkt in die Turbine.

¹⁹ M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Sytemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 334

²⁰ Vgl. M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Sytemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 335

Turbine

In der Turbine wird die Umwandlung der Druckenergie in mechanische Energie gefunden. Die Verluste dieser Umwandlung werden durch den Turbinenwirkungsgrad beschrieben.

Auslauf

Die Überdruckturbinen (wie z.B. Kaplan turbinen, Francis Turbinen) besteht die Möglichkeit, durch ein Saugrohr die nutzbare Fallhöhe besser auszunutzen. Die Wirkungsweise dieses Systemelements kann veranschaulicht werden, wenn man den Stromfaden entgegen der Strömungsrichtung von Unterwasser bis an den Turbinenaustritt verfolgt.

Gesamtsystem

Bei einer Wasserkraftanlage treten damit Wesentlichen im Einlaufbauwerk, in der Druckrohleitung und ggf. im Auslauf hydraulische Verluste auf. Die tatsächlich nutzbare leistung des Wassers errechnet sich damit aus der theoretischen Leistung des Wassers abzüglich der verschiedenen Verlustterme.

Die Verluste hängen somit von den Strömungsgeschwindigkeiten ab und können folglich durch eine optimierte Anlagengestaltung und –auslegung minimiert werden. Die letztlich an der Turbinenwelle abnehmbare Leistung folgt aus der tatsächlich verfügbaren Leistung des Wassers und dem Turbinenwirkungsgrad.

5.3.2 Systemtechnische Beschreibung

5.3.2.1 Schematischer Aufbau

Zur technischen Umsetzung der im strömenden Wasser enthaltenen Energie in elektrischen Strom in Laufwasserkraftwerken. Dazu gehören neben dem Wassereinlauf am Oberwasser das Staubauwerk, die Zu- bzw. Abteilung des Wassers zur bzw. von der Turbine, der Auslauf am Unterwasser sowie das Krafthaus mit den maschinen- und elektrotechnischen Einrichtungen²¹.

²¹ Vgl. M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Sytemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 338

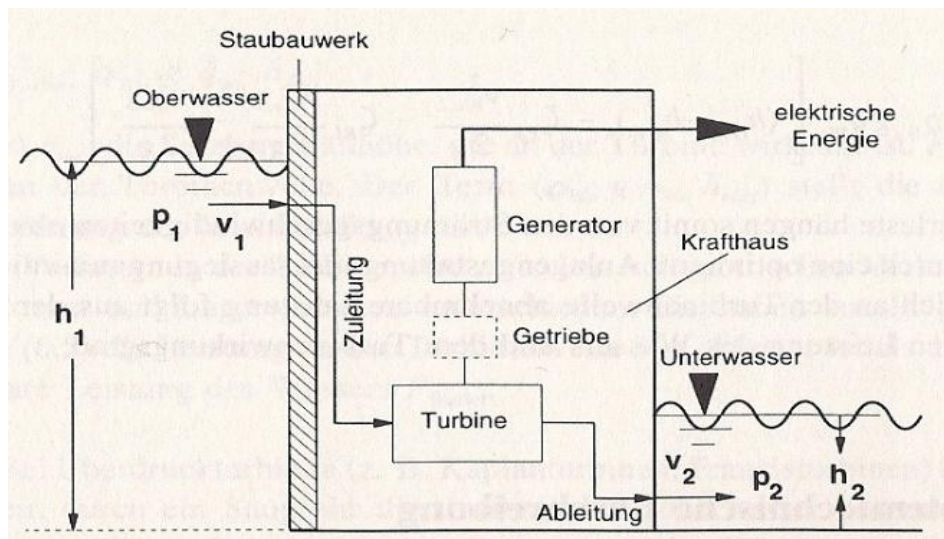


Abbildung 12: Schematischer Aufbau einer Wasserkraftanlage²²

An der eigentlichen Energiewandlung einer typischen Wasserkraftanlage besteht aus zwei Systemkomponenten. Neben der Turbine, die dem Wasser die Energie entzieht und in mechanische Energie umgewandelt, ist dies der Generator. Durch die weitere Umwandlung in elektrische Energie und wird das gewünschte Endprodukt produziert.

5.3.2.2 Schematisierung und Bauformen

Wasserkraftanlagen können nach ihrer Fallhöhe in Niederdruck-, Mitteldruck- und Hochdruckanlagen unterteilt werden. Zusätzlich werden zwischen Lauf- und Speicherwasserkraftanlagen unterschieden. In der Praxis gibt es Kombinationen und Mischformen. Unter Kleinwasserkraftanlagen werden Lauf- und Speicherwasserkraftwerke verstanden.

²² M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Sytemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 337

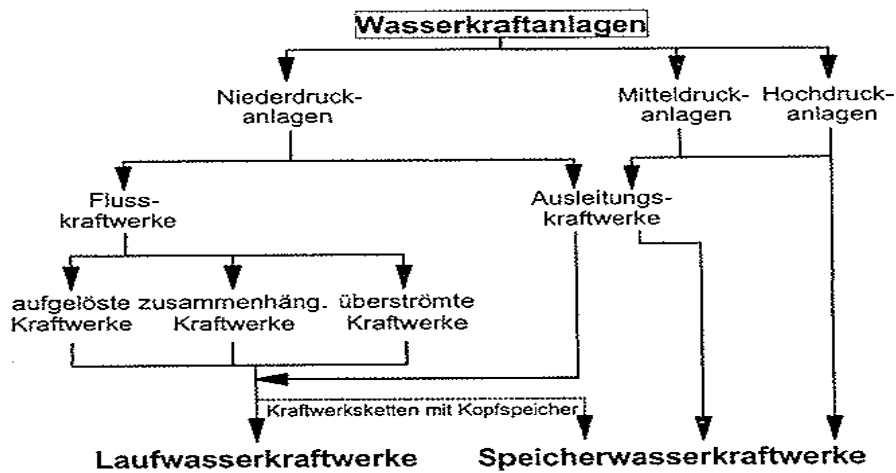


Abbildung 13: Systematik der Wasserkraftnutzung²³

Niederdruckanlage ist das Wasser eines Flusses praktisch ohne Speicherung. Es geht damit um typische Laufwasserkraftwerke.

Bei Ausleitungskraftwerken steht das eigentliche Kraftwerk außerhalb des Flusses an einem Kanal oder am Ende einer Triebwasserleitung.

Flusskraftwerke

Flusskraftwerke werden in das eigentliche Flussbett hineingebaut. Dabei können je nach Anordnung der Wehranlage und des Turbinenhauses die oben beschriebenen Bauformen umgesetzt werden.

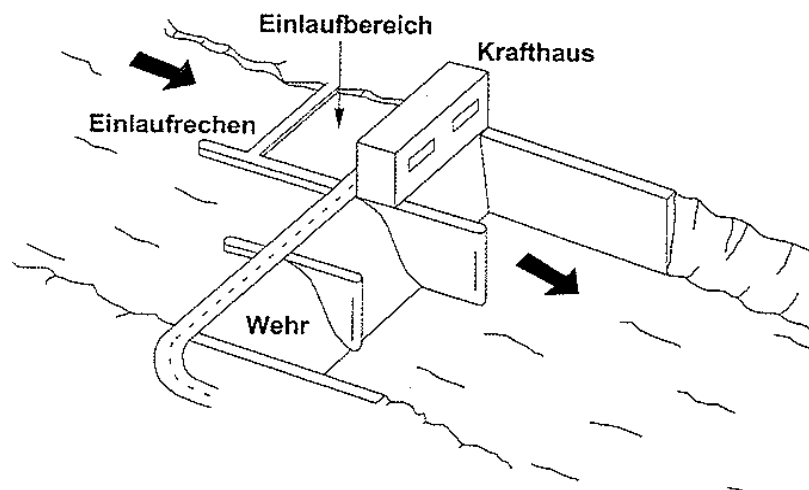


Abbildung 14: Eine typische Flusskraftwerk²⁴

²³ M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Sytemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 302

Bei Flusskraftwerken sind verschiedene Anordnungen von Krafthaus und Wehr im Flussbett möglich. Es wird unterschieden zwischen der aufgelösten und der zusammenhängenden Bauweise. Diese Unterscheidung bezieht sich auf die Anordnung von Wehr und Krafthaus.

Die Mitteldruckanlagen bestehen im Wesentlichen aus einer Talsperre und einem an deren Fuß angeordneten Krafthaus. Die Fallhöhe ist zwischen 20 und ca. 100 m.

Bei den Hochdruckanlagen sind die Fallhöhen zwischen 100 und maximal 2000 m. Sie sind in Mittel- und Hochgebirgen zu finden und fast immer mit einem Speicherbecken ausgerüstet, in dem das zulaufende Wasser gespeichert wird. Die Wasserdurchsätze sind relativ gering.

5.3.2.3 Systemkomponenten

Neben der Turbine das ggf. benötigten Getriebe und der Generator sind im Krafthaus. Zusätzlich werden noch bautechnische, maschinentechnische, stahlwasserbauliche und sonstige Systemelemente benötigt. Meist treffen sie für Kleinwasserkraftanlagen zu. Es kann eine Reihe spezieller Bauteile geben werden.

Triebwasser-/Druckrohrleitung

Das Triebwasser aus dem Stauraum fließt entweder über einen Einlauf direkt oder zunächst über einen Triebwerkskanal oder eine Druckrohrleitung zur Turbine. Vor dem Übergang in die Druckrohrleitung befindet sich das sogenannte Wasserschloss.

Mit Hilfe der Druckrohrleitung wird der hydraulische Anschluss zwischen dem Oberwasser bzw. dem Einlaufbauwerk und der Turbine hergestellt sowie der räumliche Abstand zwischen diesen Anlagenkomponenten überbrückt. Wegen den Verlusten entlang des Triebwassers (u.a. Einlaufbauwerk, Stollen, Druckrohrleitung) kann ein kleiner Teil der potenziellen Energie des Wassers genutzt werden. Bei Flusskraftwerken mit geringen Fallhöhen kann das Wasser vom Einlaufbauwerk direkt in die Turbine fließen. In diesem Fall sind Stollen, Wasserschloss und Druckrohrleitung nicht erforderlich. Druckrohrleitungen sind meistens aus einzelnen Rohrabschnitten von

²⁴ M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 303

miteinander verschweißten Stahlrohren ausgeführt²⁵. Stollen werden bergmännisch aufgefahren und haben je nach den hydraulischen Anforderungen eine Stahlbetonenauskleidung. Bei Kleinwasserkraftanlagen sind für die Triebwasserzuführung auch andere Materialien.

Krafthaus

Zu Krafthaus gehören die Turbinen, ggf. Getriebe, Generatoren, Regelungseinrichtungen, Transformator mit Umspannanlage und teilweise Verschlussorgane für die Rohrleitungen.

Turbine

Die Turbine sind die hydraulische Maschine, die die Energie des Triebwassers in eine Drehbewegung umzuwandeln. Die Bauformen von Turbinen werden wegen der unterschiedlichen Fallhöhen, Durchflussmengen, Wasserdruck und Geschwindigkeitsverhältnisse hergestellt. Je nach Turbinenart und Turbinengröße werden Wirkungsgrad bei Nennleistung zwischen etwa 85 bis 93% erreicht.

Der Turbinenwirkungsgrad ist dabei definiert als das Verhältnis zwischen der Leistung an der Turbinenwelle und der verfügbaren hydraulischen Leistung zwischen Turbineneintritt und Saugrohraustritt einschließlich der Turbinenaustrittsverluste²⁶. Die Turbine ist immer nur für einen bestimmten Wasserdurchsatz ausgelegt, ist der Wirkungsgrad vom jeweiligen Wasserangebot abhängig.

²⁵ Vgl. M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Sytemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 346

²⁶ Vgl. M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Sytemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 347

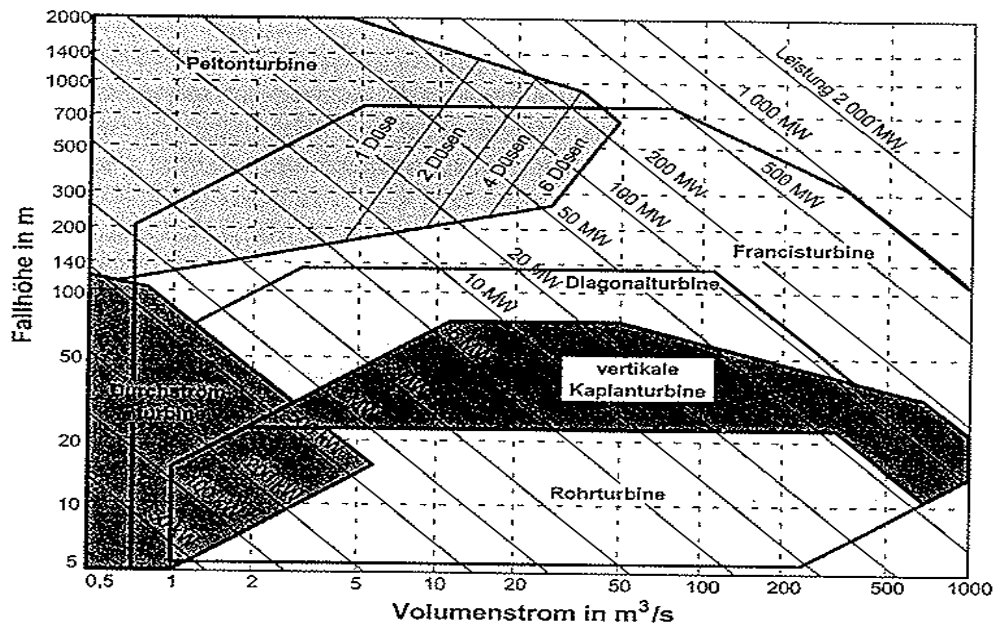


Abbildung 15: Einsatzbereiche verschiedener Turbinentypen²⁷

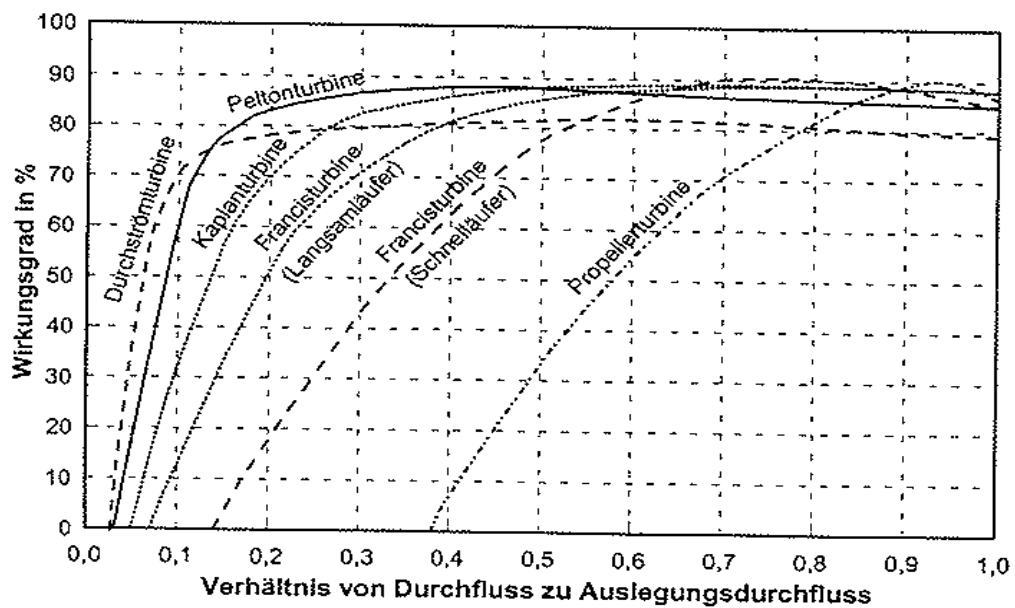


Abbildung 16: Wirkungsgradverlauf unterschiedlicher Turbinenarten²⁸

²⁷ M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Sytemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 348

²⁸ M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Sytemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 348

Auslauf

Auslauf (bzw. Unterwasserbereich) ist genannt, nach dem Austritt des Wassers aus der Turbine gelangt. Der Fließquerschnitt des Saugrohrs wird dabei am Ausgang zum Unterwasser als Diffusor ausgeführt. Dadurch wird das Triebwasser verzögert und wird ein Teil der kinetischen Energie des abfließenden Wassers im Laufrad energetisch genutzt.

Wellenkupplung und Getriebe

Die Wellenkupplung zwischen Turbine und Generator kann entweder direkt über eine Kupplung oder indirekt über ein Getriebe erfolgen. Bei kleineren Anlagen liegen Turbine und Generator häufig auf einer Achse. Dann ist nur eine einfache Kupplung. Bei Kleinwasserkraftanlagen laufen die Turbinen bei kleinen Fallhöhen mit relativ geringen Umdrehzahlungen mit z.B. ca. 75 Umdrehungen pro Minute. Generatoren sind relativ klein wegen der Kosten.

Generator

Im Generator wird die mechanische Energie der Turbinen- bzw. Getriebewelle in elektrische Energie gewandelt. Synchrongenerator genutzt werden, wenn die Anlage im Inselbetrieb gefahren wird oder die Leistung der Wasserkraftanlage für das Netz bestimmend ist. Sie können die Netzplanung regeln und Blindstrom liefern. Asynchrongeneratoren können nur innerhalb eines Netzbetriebs betrieben werden. Sie sind einfacher aufgebaut als Synchrongeneratoren und haben niedrigere Wirkungsgrade. Für kleine Wasserkraftanlagen sind die Wirkungsgrade zwischen 90-95%, bei Großanlagen sind Generatorwirkungsgrade zwischen 95-99% möglich²⁹.

Transformator

Der Transformator ist der, der durch elektrische Energie von einem auf ein anderes Spannungsniveau transformiert wird. Wenn die Ausgangsspannung des Wasserkraftwerkes nicht mit der Spannung des Netzes übereinstimmt, soll es in das Netz eingespeist werden. Der Wirkungsgrad liegt 99%.

²⁹ Vgl. M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 355

5.3.2.4 Energieumwandlungskette, Verluste und Leistungsplan

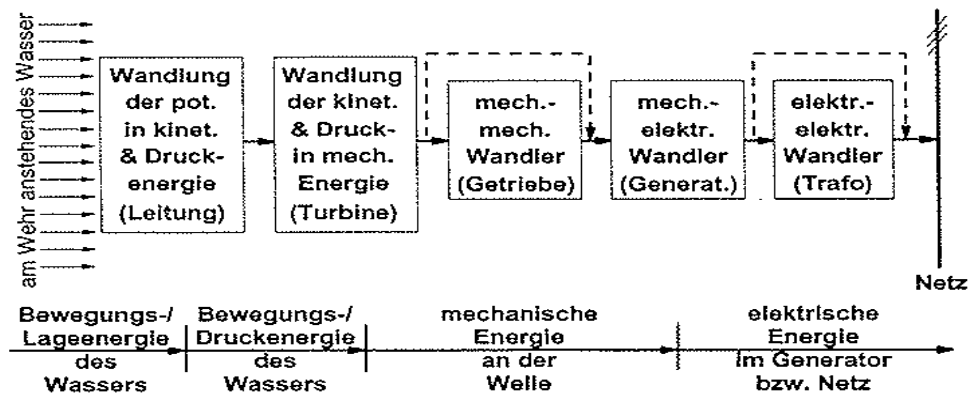


Abbildung 17: Energieumwandlungskette der Wasserkraftnutzung³⁰

Es wird die Lage- und Bewegungsenergie des Wassers vor dem Wehr zunächst in dem Einlaufbauwerk und/oder der Druckrohrleitung in Druck und Bewegungsenergie vor der Turbine umgewandelt. Das Wasser fließt dann durch die Turbine. Hier wird die Energie des Wassers in eine Drehbewegung und damit in mechanische Energie des Laufrads bzw. der Turbinenwelle umgeformt. Diese Bewegungsenergie wird ggf. in einem Getriebe auf eine andere Drehzahl transportiert und dem Generator zugeleitet. Hier folgt die Wandlung der mechanischen Drehbewegung in elektrische Energie. Anschließend kann eine zusätzliche elektrisch-elektrische Wandlung in einem Transpormator realisiert werden, durch die eine Einspeisung der elektrischen Energie in das Netz der öffentlichen Versorgung auf dem dort vorherrschenden Spannungsniveau ermöglicht werden kann.

³⁰ M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Sytemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 356

Verluste

Innerhalb dieser Umwandlungskette treten zahlreiche technisch unvermeidbare Verluste auf.

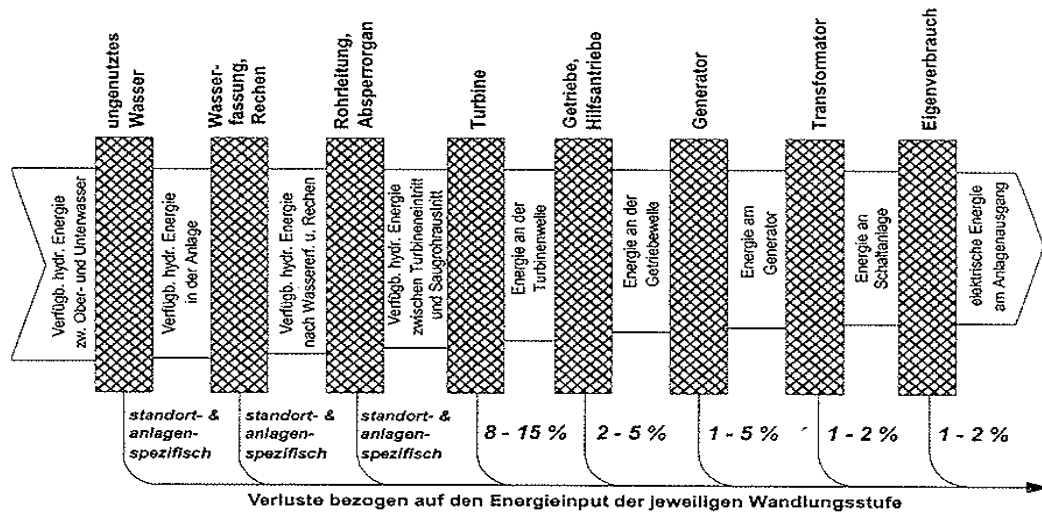


Abbildung 18: Jeweiligen Verluste und deren durchschnittliche Bandbreiten in den einzelnen Energiewandlungsstufen bzw. Bauteilen³¹

Die Verluste sind in der Anlage im Wesentlichen aus denen in der Wassererfassung und den Rechen, in den Rohrleitungen und den Absperrorganen, in der oder den Turbinen, ggf. in dem oder den Getrieben und in dem oder den Generatoren zusammen. Bei größeren Anlagen kommen ggf. noch die Umwandlungsverluste im Transformator. Als weiterer Verlust addiert sich dazu die potenzielle Energie, die im über das Wehr geleiteten Wasser enthalten ist.

Betriebsverhalten und Leistungsplan

Das Systemtechnische Verhalten und damit das Betriebsverhalten einer Laufwasserkraftanlage zur Bereitstellung elektrischer Energie im Jahresverlauf sind wesentlich vom verfügbaren Wasserangebot abhängig. Und auch damit dem Abfluss sowie der jeweils aktuellen Fallhöhe.

³¹ M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Sytemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 357

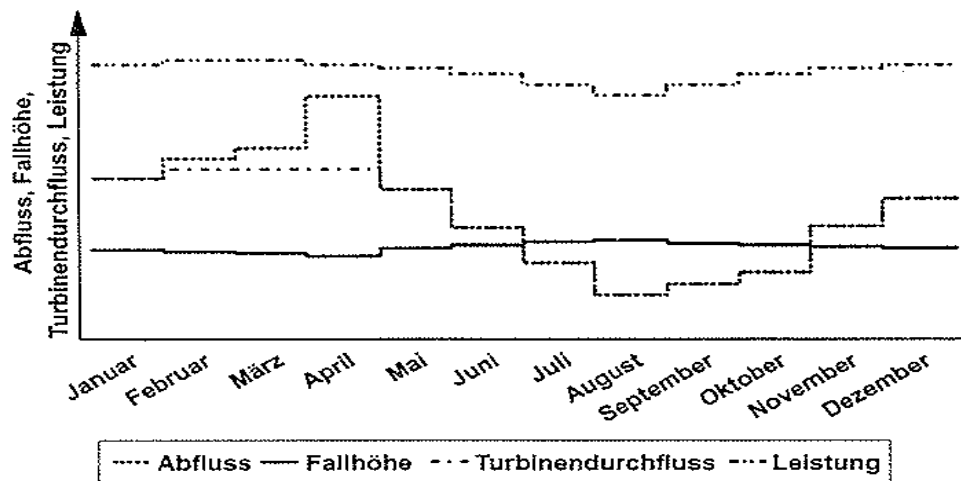


Abbildung 19: Schematischer Betriebsplan eines Laufwasserkraftwerkes³²

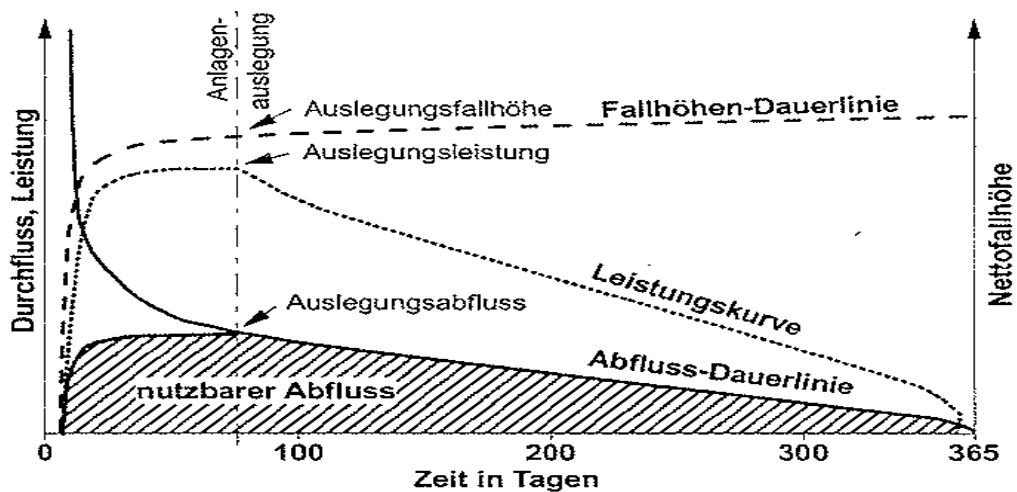


Abbildung 20: Leistungsdiagramm des Laufwasserkraftwerkes³³

5.3.3 Ökonomische Analyse

Die verbundenen Aufwendungen mit der Wasserkraftnutzung werden die variablen und fixen Aufwendungen von Wasserkraftanlagen analysiert. Daraus rechnet sich die spezifischen Stromgestehungskosten.

Investitionen

³² M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Sytemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 358

³³ M.Kaltschmitt, A.Wiese, W.Streicher(Hrsg); Erneuerbare Energien; Sytemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Heidelberg 2003, S. 359

Die Anlagenkosten niederlassen sich im Wesentlichen aus den Aufwendungen

- für die baulichen Anlagen (Krafthaus, Wehr, Wasserfassung, Wehrverschluss, Rechen-, und Rechenreinigungsanlage)
- für die maschinenbaulichen Komponenten (Absperrorgane, Turbine)
- für die elektrotechnischen Einrichtungen (Generator, Transpormator, Energieableitung)
- sonstigen Nebenkosten (Grunderwerb, Planung, Genehmigung) zusammen.

Diese Kosten sind in sehr hohem Maße standorabhängig; pauschale und allgemeingültige Richtsätze lassen sich deshalb nicht festlegen. In vielen Fällen machen die Baukosten rund 40 bis 50% der Gesamtaufwendungen aus. Bei Kleinkraftwerken nimmt sich der Maschinenbau (Turbinen, Getriebe, Regler) bis zu 30% der gesamten Kosten. Die rest Kosten sind sonstige Kosten wie Planungskosten, Baunebenkosten, Gemeinkosten und Bauzinsen.

Betriebskosten

Die betriebskosten sind bei Wasserkraftanlagen sehr niedrig. Zu Variable Kosten gehören Personal, Instandhaltung, Verwaltung, Rückstellung für Anlagenerneuerungen, Rechengutbeseitigungen und Versicherungen. Die einzelnen Kostenanteile sind je nach den lokalen Gegebenheiten von Anlage zu Anlage sehr unterschiedlich.

Stromgestehungskosten

Von den Gesamtinvestitionen rechnet sich die über die Jahresabschreibungsdauer einer Wasserkraftanlage konstanten jahresmittleren realen Kosten. Die technische Lebensdauer ist 50 bis 80 Jahren und der maschinellen und elektrischen Anlagenteile von 20 bzw. 40 Jahren.

5.3.4 Potentiale und Nutzung

Die grundsätzlichen theoretischen bzw. technischen Möglichkeiten einer Bereitstellung elektrischer Energie aus Wasserkraft können durch die theoretischen bzw. technischen Potentiale beschrieben werden.

In der Mongolei wurde vor paar Jahren untergesucht, dass in einigen Gebieten Wasserpotenzial gibt, damit die Städte oder nähere Dörfer mit dem Energie erzeugt und geliefert werden kann.

In 2000 hat ein Projektspezialist Wasserpotenzial von Zavkhan geforscht. Dabei stellte er fest, dass 70 bis 80 Prozent des Stroms, der im Sommer verbraucht wird, durch Wasserkraft erzeugt werden könnte. Weil im Winter das Wasser zu Eis wird.

Folgende Tabelle zeigt das Klima und Wetter in der Mongolei:

Klimatabelle	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	
min. Temp	-32	-29	-22	-8	-2	7	11	8	2	-8	-20	-28	° C
max. Temp	-19	-13	-4	7	13	21	22	21	14	6	-6	-16	° C
Feuchtigkeit	77	72	72	53	52	56	66	56	61	63	70	82	%
Regentage	1	1	2	2	4	5	10	5	3	2	2	1	/Monat

Tabelle 9: Klima und Wetter in der Mongolei³⁴

Nr.	Soum	Ort (ob es gibt)	Bewertung des Ortes
1	Aldarkhaan	Nein	
2	Asgat	Nein	
3	Bayankharkhan	Nein	
4	Bayartes	ja	Schwierig
5	Tosontsengel	ja	Interessant
6	Durvuljin	Nein	
7	Zavkhanmandal	ja	Interessant
8	Ider	ja	Möglich
9	Ikh-Uul	Nein	
10	Numrug	Nein	
11	Otgon	ja	Möglich
12	Santmargants	ja	Schwierig
13	Songino	Nein	
14	Tudevtei	Nein	
15	Telmen	Nein	
16	Tes	ja	Schwierig
17	Uliastai (Zentrum von Zavkhan)	Nein	

³⁴ Quelle: http://www.ipicture.de/daten/wetter_mongolei.html

18	Urgamal	ja	Interessant
19	Tsagaanchuluut (Wind und Sonne)	Nein	
20	Tsagaankhairkhan	Nein	
21	Tsetsen-Uul	ja	Interessant
22	Shiluustei	Nein	
23	Erdenekhairkhan	Nein	
24	Yaruu	Ja	Schwierig

Tabelle 10: Wasserpotenzial von Soum³⁵

Derzeitige Nutzung:

Aktuell wird in Tosontsengel, Zavkhanmandal und Tsetsen-Uul aus Wasserkraft erzeugt und geliefert.

6 Anschaffungskosten

6.1 Anschaffungskosten in der ländlichen Elektrifizierung

Die Frage der Anschaffungskosten in der ländlichen Elektrifizierung ist unter den Entscheidungsträgern auf allen politischen Ebenen weit diskutiert und sehr unterschiedliche Lösungen werden von verschiedenen Akteuren vorgestellt.

In vielen Fällen, regionaler oder lokaler Politiker argumentieren, dass die ländliche Bevölkerung wirtschaftlich nicht bezahlbar für die kostendeckende Stromtarife. Der Strom ist in den ländlichen Gebieten in der Erzeugung zu teuer. Deshalb hat die ländliche Bevölkerung nicht genügend Geld, um den Strom zu bezahlen. Daher soll die Anschaffungskosten nicht in die Grenzkosten gerechnet oder den Tarif bzw. aufgenommen werden. Dies ist auch der Fall in Projektregion in der Mongolei.

Die Internationale Energieagentur (IEA) hat eine "Vergleichende Studie über ländliche Elektrifizierung in Schwellenländern" durchgeführt. Die Ergebnisse werden in einem zusammengefassten Informationspapier der IEA im Jahr 2010 veröffentlicht. Das Papier macht deutlich, dass die Einbeziehung von Anschaffungskosten bei

³⁵ Quelle: GIZ „Erschließung der regenerativer Energiequelle“

der Grenzkostenrechnung ein Schlüsselfaktor für den Erfolg eines Systems zur ländlichen Elektrifizierung ist³⁶.

6.2 Anschaffungskosten der Wasserkraftwerke

Die Anschaffungskosten sind ein wesentlicher Teil der Grenzkosten eines Wasserkraftwerks Regelung:

- Das Anschaffungskosten für Wasserkraftwerke sind hoch Energiequelle mit dem anderen Vergleich.
- Die relativen Investitionskosten pro kW installierte Kapazität Wasserkraftleistung ist umgekehrt proportional zu der Größe einer Wasserkraft Regelung.
- Die Investitionen der Übertragungsnetze sind insbesondere hoch in dünn besiedelten Gebieten wie das Projekt der Region, wo gute Wasser liegen oft weit weg von Siedlungen.

Deshalb hat die relativ kleine KWKW in der Projektregion hohe Anschaffungskosten in Allgemeinen. In diesem Fall waren, die Erstinvestitionskosten niedrig im internationalen Vergleich, weil:

- Die Standorte sind sehr gut im Hinblick auf den Investitionsbedarf ausgewählt.
- Nur der lokale Arbeitsmarkt wurde für den Bau verwendet.
- Alle Anlagen, einschließlich der elektro - mechanischen Ausrüstung wurden in den Schwellenländern hergestellt.
- Vergleichsweise niedrige Investitionskosten

Vorausgesetzt, regelmäßig (intensive Arbeit) Wartung der Anlagen, die zivilen Strukturen der 3 fraglichen Regelungen für Generationen betrieben werden. Daher werden die Anschaffungskosten für die zivilen Strukturen vernachlässigt.

³⁶ <http://www.iea.org/>

Anschaffungskosten zu bewerten:

Anschaffungskosten	Annahme:
Pro kW installierter Kapazität	3.000.000 KWKW MNT / kW. (1.500 € / kW)
Pro km Freileitung	10.600.000 MNT / km (5.300 € / km)
Ersatz Zeitraum (Replacement period)	50 Jahre

Tabelle 11: Anschaffungskosten für KWKW

Die oben genannten Anschaffungskosten würden nicht vom jährlichen Ausstoß abhängen.

6.3 Anschaffungskosten von Dieselkraftwerken

Die wichtigsten Merkmale der Anschaffungskosten für Diesel-Generatoren, die im Rahmen der ländlichen Elektrifizierung genutzt werden:

- Die Anschaffungskosten für Diesel-Generatoren sind proportional zu den Arbeitszeiten des Motors und sind daher ein wesentlicher Teil der Betriebskosten eines Diesel-Generators.
- Die relative Investitionskosten pro kW installierte Kapazität Diesel ist umgekehrt proportional zu der Größe eines Diesel-Generators. Deshalb, je größer ein Generator ist, desto niedriger sind die Anschaffungskosten pro kWp installierte Kapazität.
- Investitionen in Übertragungskapazitäten sind in der Regel nicht notwendig, weil Diesel-Generatoren lokal sind, innerhalb der Grenzen der Siedlungen platziert.

Bei genügend Mitteln und technische Know-how für die Reparatur und Wartung werden die folgenden Schritte gerechnet:

Anschaffungskosten	Wert
Per kWp installiert Dieselmotor Hubraum	200.000 MNT / kWe. (100 € / kW)
Ersatz Zeitraum (Replacement period)	20.000 Stunden Betrieb

Tabelle 12: Anschaffungskosten für Diesel

Die oben genannten Zahlen betrachten niedrigen Investitionskosten Lösungen mit relativ hohem spezifischem Dieserverbrauch bei 0,28 kg / kWe. Wenn einer Investitionsentscheidung aus rein wirtschaftlichen Gründen erfolgt, ist der spezifische Verbrauch (Betriebskosten) eines Dieselmotors das wichtigste Investitionskriterium für die Grundlast Generatoren. In diesem Fall wird die Erstinvestition unbedeutend.

7 Subvention

7.1 Allgemeine Überlegungen

Internationale Erfahrungen zeigen, dass Auswirkungen der Energie-Subventionen auf die Wirtschaft, Gesellschaft und die Umwelt vielfältig und komplex sind. Abschaffung von Subventionen oder eine Verringerung ist kompliziert und politisch sensibel. Allerdings ist es immer offensichtlicher, dass viele Arten von Energie Subventionen im Gegensatz zu dem Ziel der nachhaltigen Entwicklung stehen. Die IEA diese Erfahrungen zusammengefasst wie folgt:

- Subventionen führen häufig zu einem höheren Verbrauch, verschärft die schädlichen Auswirkungen des Energieverbrauchs auf die Umwelt.
- Sie sind eine schwere Belastung für die Staatsfinanzen und schwächen Potential für das Wirtschaftswachstum.
- Sie können zerstören private und öffentliche Investitionen in den Energiesektor zerstören, die den Ausbau der Verteilungsnetze sowie die Entwicklung umweltfreundlicher Energietechnologien behindern können.
- Zu einem großen Teil, sie am Ende nicht die Unterstützung der Menschen sind, die sie am dringendsten benötigen.

Alle vier oben genannten Aspekte gibt es auch in der Mongolei.

Aspekt	Situationen in der Mongolei
Unwirtschaftliche Gewohnheiten beim Stromverbrauch	Wann immer möglich, verwendet Strom zum Kochen und Heizen. Lichte wird tagsüber kaum ausgeschaltet.
Belastung auf MR Wirtschaft	Die genaue Höhe der Belastung durch die Subventionen zur Stromerzeugung ist nicht quantifiziert, sie scheint aber sehr hoch zu sein.
Unterminimierung der Investitionen in den Stromsektor	Keine Investitionen der Erzeugungskapazitäten (IPP) findet statt. Grenzkosten der Wasserkraftwerke sind wesentlich höher als bei voll subventionierten Diesel-Kraftwerken.
Subventionen erreichen arme Familien nicht ausreichend.	Je mehr Strom verbraucht wird, desto größer ist die Subvention. Folglich erhalten arme Familien ohne Geräte andere als eine Glühbirne oder ein kleines TV-Gerät nur sehr kleinen Teil der staatlichen Subventionen.

Tabelle 13: Subventionssituation in der Mongolei

Einmal vorhanden, sind Energiesubventionen notorisch schwer zu entfernen. Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die Vorteile der Reform Subvention durch Informationskampagnen wird dringend benötigt. Wo Subventionen beibehalten werden, müssen die Behörden Maßnahmen ergreifen, um Missbrauch zu verhindern oder zu begrenzen und sicherzustellen, dass Subventionen für gezielte Verbrauchergruppen beschränkt sind.

Die Notwendigkeit von Subventionen für die ländliche Elektrifizierung in der Mongolei besteht ohne Frage. Doch die sozialen und ökologischen Folgen müssen sie in der Grenzkosten-Analyse beachtet und berücksichtigt werden. Letztendlich ist dies jedoch im Moment nicht der Fall.

Das bestehende Subventionssystem in der ländlichen Elektrifizierung der Mongolei beinhaltet als einzigen Brennstoff nur Diesel. Die Subvention führt daher zu:

- künstlich niedrigen Kosten, das die Stromerzeugung aus Dieselmotoren erfolgt,
- Ineffizienter Diesel-Verbrauch durch schlecht gewartete und niedrigen wenig non-Road Motoren,
- Unwirtschaftliche Stromverbrauchsgewohnheiten,
- Unlauterer Wettbewerb für andere, insbesondere erneuerbare Energiequelle mit hohen ursprünglichen Investitionskosten,
- Nicht-nachhaltige Energiewirtschaft.

Die folgenden Diagramme veranschaulichen die Auswirkungen des gegenwärtigen Fördersystems in einer kombinierten Wasser-Diesel Versorgungslage:

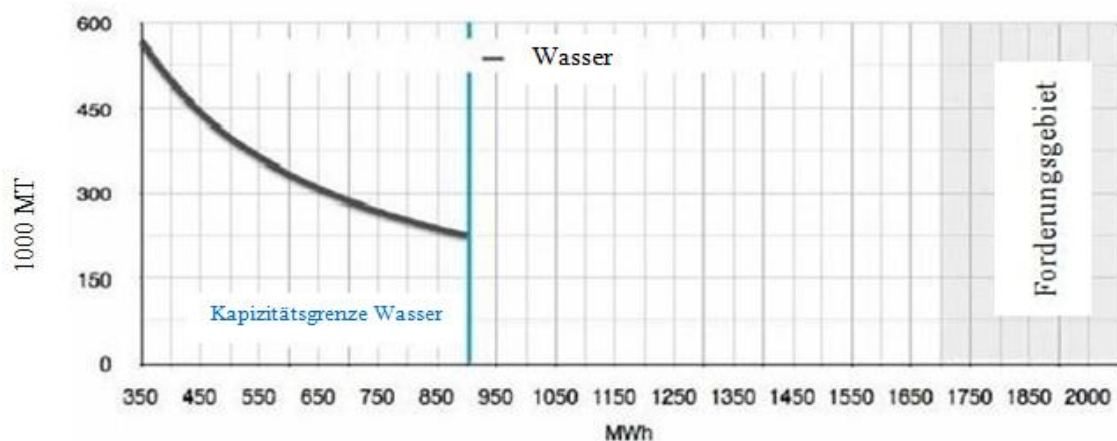


Abbildung 21: zukünftige Grenzkosten Wasser TEVU

Die Kurve zeigt die zukünftigen Grenzkosten für die Wasserkraft Tosontsengel Betrieb. Es erreicht bei etwa 225 TMNT die Kapazitätsgrenze des Wasserkraftwerks. Daher ist die niedrigste möglich ZGK für Wasserkraft in diesem Punkt erreicht. Zusätzlicher Strom muss durch Diesel-Generatoren produziert werden.

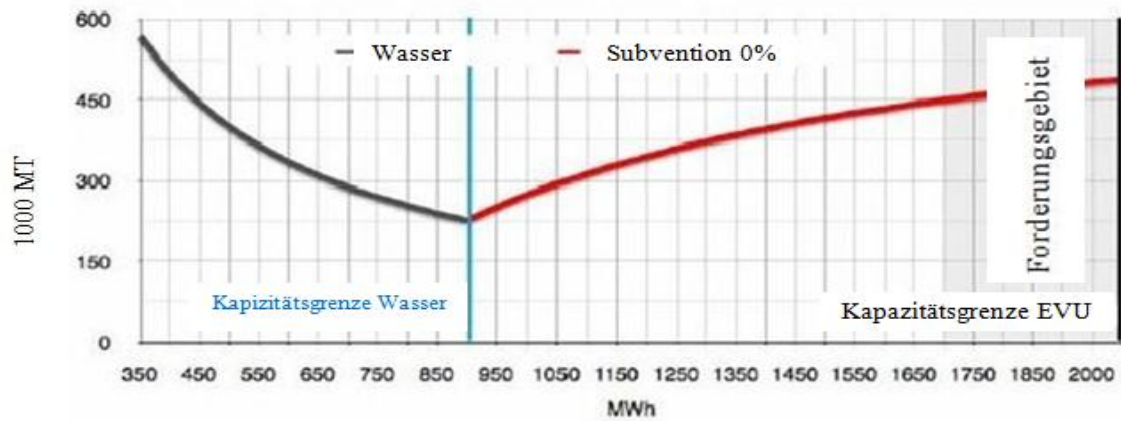


Abbildung 22: zukünftige Grenzkosten Subvention 0% TEVU

Ohne Subventionen zu den Dieselkosten, erhöht die FMC rasch, wenn zusätzliche Energie mit Hilfe von Dieselgeneratoren (rot gefärbt Kurve) und erreicht damit die höchsten zukünftigen Grenzkosten, wenn die maximale Kapazität hergestellt wird.

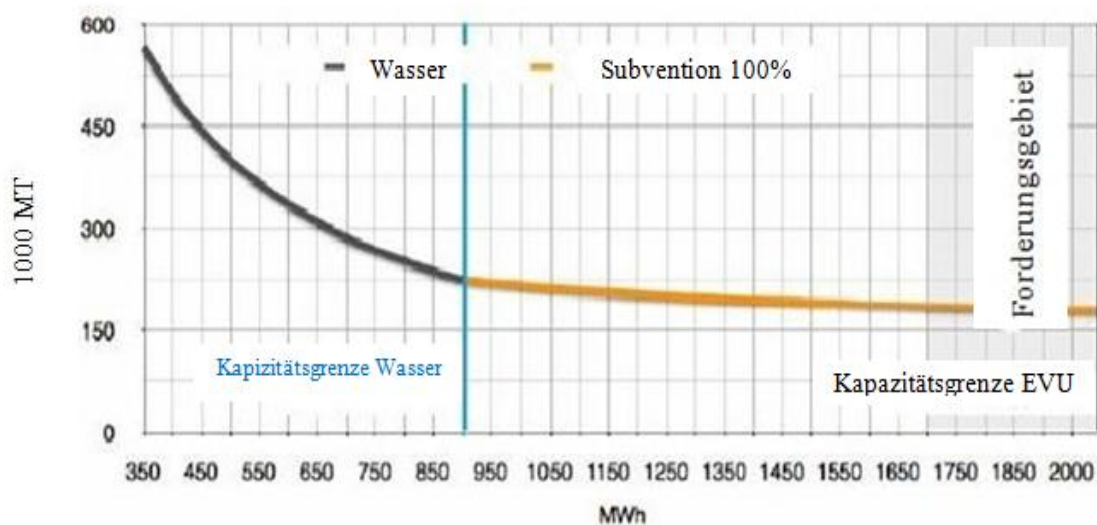


Abbildung 23: Zukünftige Subvention 100% TEVU

Die 100% ige Subvention von Diesel-Kosten (orangefarbene Kurve) bewirkt, dass die FMC für Diesel erzeugte Leistung sinkt, je mehr Strom produziert wird, diese Wirkung, die überhaupt nicht wünschenswert ist.

7.2 Akzeptable Energie Subventionen

Bereits im Jahr 2002 hat die IEA folgende Kriterien für "akzeptable" Subventionen identifiziert:

- **Gezielte** - Subventionen sollten nur gehen zu denen, die als Zielgruppe(n) definiert sind und es verdienen, um sie zu empfangen;
- **Effiziente** – Subventionen sollten nicht für Lieferanten und Verbraucher motiviert werden zur Bereitstellung oder Stromnutzung;
- **Fundierte** – Subventionsprogramme sollten durch eine gründliche Analyse der damit verbundenen Kosten und Nutzen gerechtfertigt werden;
- **Praktische** - Der Gesamtbetrag der Subvention sollte bezahlbar sein und die Verwaltung der Subventionen sollte machbare Preis sein; (quelle abgleichen)
- **Transparent** - Informationen über die Höhe der staatlichen Gelder über die Subventionen und auf die Subventionsempfänger veröffentlicht werden, und
- **Begrenzte Zeit** – Es sollten bei der Gestaltung der Subventionsprogramme sollte die Zeit begrenzt werden, um eine zu starke Anhängigkeit der Verbraucher und Erzeuger von den Subventionen zu verhindern und außerdem vermeide, dass die Kosten für diese Programme außer Kontrolle geraten. (quelle vergleichen)

Die oben genannten Kriterien werden im Rahmen der ländlichen Elektrifizierung der Mongolei nicht erfüllt.

Kriterium	Situation in der Mongolei
Gezielte –	Staatliche Subventionen sind an Diesel-Versorgung gebunden, unabhängig davon, wie der Dieselmotorkraftstoff verwendet und wer mit dem Strom versorgt wird.
Effiziente-	Das derzeitige Regierungssystem fördert folgende: den Einbau von ineffizienten Generatoren und dadurch werden alternative Investitionen behindert.
Fundierte-	Eine gründliche Analyse des Subventionssystems wurde eingerichtet, aber das System wird unterstützt und erhöht auf Initiative der regionalen Politiker ohne volkswirtschaftlichen oder

	Energie wirtschaftlichen Bedenken.
Praktische-	Mit dem Wachstum der Stromnachfrage und die weitere Entwicklung der ländlichen Elektrifizierung ist die MR das Subventionssystem für die wirtschaftlich unmöglich.
Transparent-	Stromverbraucher wissen nicht die Höhe der staatlichen Subventionen zu erhalten.
Begrenzte Zeit-	Das Subventionssystem hat keine Regel, wie es in der Zeit überhaupt begrenzt ist.

Abbildung 24: Subventionkriterien in der Mongolei

7.3 Erforderliche Änderungen in dem Subventionssystem

Das bestehende Subventionssystem muss geändert werden, um besser auf die tatsächlichen Bedürfnisse der ländlichen Elektrifizierung in der Mongolei als Ganzes und in der Projektregion speziell zu reagieren. Eine solche Änderung erfordert einen politischen Prozess, der nicht nur Entscheidungsträger auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene einbezieht, sondern auch den Energiesektor. Die Rolle der vorliegenden GTZ im unterstützten Projekt in einem solchen Prozess ist sehr begrenzt.

7.4 Ziele der Subventionen

Die Ziele der Subventionen für Strom müssen von der mongolischen Regierung klar festgelegt werden. Im Moment sind die Subventionen der mongolischen Regierung nicht ganz klar. Mögliche Ziele könnten sein:

- Verbesserung der Lebensbedingungen der ländlichen Bevölkerung, um die Landflucht zu bekämpfen.
- Förderung der ländlichen Wirtschaft zur Schaffung von Arbeitsplätzen und Wachstum zu einer nachhaltigen regionalen und lokalen Entwicklung.
- Förderung der weiteren Entwicklung der erneuerbaren Energien, Vermeidung von Kohlendioxidemissionen so stark wie möglich für eine nachhaltige Entwicklung.

Subventionen für Energie sind für die Unterstützung benachteiligter armen Familien nicht ausreichend.

7.5 Instrumente für die Subventionen

Mögliche Instrumente für die gezielten Subventionen des Stroms könnten durchgeführt werden:

Instrument	Effekt
Subventionen von erneuerbaren Energien für Energieversorger, die der Kosten für diesen Strom unter konkurrierenden fossilen Brennstoffen reduzierten werden.	-Präferenzen für erneuerbare Energien, -Verbesserung des Investitionsklimas für regenerative Energien Investitionen,
Die Prämien für die ländlichen Versorgungsunternehmen, die 24 Stunden Strom in ihrem Netzgebieten liefern.	- Verbesserung der Lebensbedingungen in den Versorgungsgebieten, - Unterstützung der wirtschaftlichen Entwicklung
Premium für die ländlichen Versorgungsunternehmen, die unbegrenzte Stromversorgung bieten.	-wirtschaftliche Entwicklung, -lokales Wirtschaftswachstum,
Erhöhung der Kosten für Kohlendioxidemissionen für die fossilen Brennstoffe für die Stromerzeuger	-ausgewogenes Verhältnis zwischen Kosten auf fossiler Brennstoffe und RE(Elektrizität)

Tabelle 14: Subventionsinstrumente

7.6 Prozess des Wandels

Wie oben erwähnt, ist der notwendige politische Prozess zur Veränderung der Subvention zugunsten einer nachhaltigeren und gezielten Subvention eine nationale Angelegenheit und erfordert Lobbyarbeit zwischen den politischen Entscheidungsträgern. Dies könnte erreicht werden, z. B. durch:

- Einrichtung eines "runden Tisches" mit Vertretern von mongolischen Ministerien, der ERA-(Energy Regulating Authority), regionalen Regierungen, lokalen Regierungen, Versorgungsunternehmen (städtische und ländliche Gebiete) und der Stromerzeuger,
- Organisation von Konferenzen und Workshops, die sich mit Fragen zur Aufmerksamkeit der interessierten Öffentlichkeit beschäftigen,
- Organisation von Studienreisen für Entscheider und Präsentation von Beispielen für Subventionen für Strom in den Schwellenländern.

8 Folgen für die Umwelt

Die ökologischen Folgen der ländlichen Elektrifizierung werden in das Projekt Region gesetzt. Zurzeit ist die Situation nicht im Fokus der mongolischen Regierung und der Ministeriums. Jedoch werden in der Zukunft, diese Folgen eine wichtigere Rolle spielen, auch in der Mongolei. Daher sind einige Aspekte erwähnenswert an dieser Stelle in der Zeit.

8.1 Kosten der Kohlendioxidemissionen

Die tatsächlichen Kosten für die Kohlendioxidemissionen sind im Bereich von 100.000 MT/ 1.000 kg. Diese Zahl gibt einen guten Hinweis auf die Kosten, die durch Diesel-Kraftwerke im Projektgebiet erzeugt werden, während 0,75 kg / kWh emittiert werden. Dies führt zu 75 MT / kWh zusätzlichen, Umweltverbundenen Kosten.

8.2 Kohlendioxidemissionen Einsparungen durch Wasserkraftwerke

Die drei KWKW mit Unterstützung der GTZ zusammen produzieren rund 1.600 MWh / Jahr. Durch die Einsparung an Kohlendioxidemissionen kostet nur etwa 120 Millionen MT (60.000 €) pro Jahr. In Kombination mit den niedrigeren Herstellungskosten von KWKW erzeugten Stroms im Vergleich zu durch Diesel erzeugten Strom, ist der direkte wirtschaftliche Vorteile der Investition in KWKW beträchtlich.

9 Kostenrechnung

9.1 Annahmen

Folgende Annahmen wurden im Hinblick auf die Entwicklung eines angemessenen Kosten-Modells gemacht:

- Das AUES regionaler Stromnetz ist nicht betriebsbereit. Taishir KWKW kann nicht die Grundlast für die AUES generieren, es kann aber im Standby-Modus für die Energieerzeugung betrieben werden. Mogoin Gol Heizkraftwerk wird nicht in einem absehbaren Zeitraum in Betrieb genommen.
- Die AUES regionale Stromnetz wird nicht an das nationale Stromnetz oder für die westlichen Grid (Zugang zu Russland) angeschlossen werden.
- Die bestehenden Erzeugungskapazitäten (Wasserkraft und Diesel) müssen in isolierten lokalen Netzen betrieben werden.
- Alle in der Region bestehenden KWKW erzeugen lediglich die Grundlast für einzelne, isoliert lokale Netze. Zur Deckung der Nachfrage, die über die Grundlast hinausgeht, sowie für Nachfragespitzen und die Wintermonate muss zusätzlich Strom aus Diesel gewonnen werden.
- Unbegrenzte 24 Stunden Stromversorgung muss eingeführt werden, um die wirtschaftliche und soziale Entwicklung in den Versorgungsgebieten zu fördern.

Zum jetzigen Zeitpunkt kann man nicht sagen, wie lange die oben genannten Annahmen weiterhin gelten. Für den Augenblick, muss man davon ausgehen, dass die gegenwärtige Situation für eine Reihe von Jahren unverändert bleiben wird. Daher ist ein vorläufig Konzept der Versorgungssicherheit auf jeden Fall erforderlich.

9.2 Datenbank

Die verfügbaren Datenbanken für die 3 KWKW und die einzelnen Versorgungsgebiete reichen nicht aus, um eine umfassende Business-Planung und zukünftige Grenzkostenrechnung durchzuführen.

9.3 Methode

9.3.1 Zukunfftige Bedarfsrechnung

Die Daten für ein umfassendes zukünftiges Wachstum der Stromnachfrage und die Berechnung der in der Lieferkette betreffenden Gebiete sind nicht verfügbar. Nur der TEVU hat tägliche Lastgänge über einen Zeitraum von einem vollen Kalenderjahr erfasst. Allerdings hat TEVU nicht unbegrenzt für 24 Stunden Kapazität zur Versorgung wegen aus folgenden Gründen:

- Die bestehenden KWKW verfügen nicht über die Kapazität, um die erforderliche Grundlast für 12 Monate aufgrund der klimatischen Bedingungen und der hydrologischen Grenzen zu decken.
- Die Subventionen für den Betrieb der bestehenden Diesel-Generatoren waren begrenzt. Gleichzeitig war damals der Tarif nicht für die Diesel-Generatoren, Kosten und daher kann kein zusätzlicher subventionierter Dieselmkraftstoff erworben werden.

9.3.2 Wasserkraftrechnung Potenzialrechnung

Die Rechnung des tatsächlichen Wasserkraftpotenzials wird von den Betreibern der Aufzeichnungen, gegen das hydrologische Potenzial nach den Machbarkeitsstudien für jeden KWKW Ort überprüft.

Im Fall des berechneten Potentials von HGEVU Kraftwerk- ist gleich der maximalen Leistung bei der Zeit besorgt. Im Falle der TEVU und KWKW die maximale Leistung ist höher als die durchschnittliche tägliche Potenzial, da diese ein relativ großen Reservoir hat, erlaubt zum Teil Nutzung des KWKW als Stand-by-Generator, bei der Annahme, dass dem in den nicht ausgeschöpften Nachtstunden wieder verwendet werden, um wieder ausreichend Wasser zu sammeln.

9.3.3 Diesel – Generator

Die bestehenden Diesel-Generatoren sind ein wichtiger Bestandteil für die Sicherung der Stromversorgung in den isolierten lokalen Netzen. Wie oben erwähnt, werden die Diesel-Generatoren benötigt, um Unterstützung der Grundlast zu liefern, vor allem

während der Wintermonate und für zusätzliche Spitzenlast Versorgung zu gewährleisten.

Für den Berechnungszweck wurden alle Berechnungen auf der Annahme eines bestimmten Verbrauchs von 0,28 kg / kWh vorgenommen. Diese Zahl liegt weit unter dem normalen Wert von 0,33 kg/kWh durch TEVU und anderen Parteien in der Region, die sehr wahrscheinlich zu hoch ist.

9.3.4 Anschaffungskosten

Ersetzung Kosten sollten nicht mit Abschreibungen gemischt werden. Die folgende Tabelle fasst den Unterschied zusammen:

Anschaffungskosten	Abschreibung
Anschaffungskosten ist ein internes Kostenrechnungselement.	Abschreibung ist ein Buchhaltungs-Element.
Die Berechnung hängt ganz ab von der professionellen Prognose des Unternehmers, Berücksichtigung der individuellen Gegebenheiten und Anforderungen werden nur eine Einheit besorgt. Es ist rechtlich nicht bindend.	Regeln und Vorschriften werden von den Finanzbehörden festgelegt und sind verbindlich für alle Unternehmen.
Der Betrag ist ein Teil des Verkaufspreises, aber nicht als solcher in der Buchhaltung eines Unternehmens aktiviert.	Der Betrag wird in der Bilanz aktiviert.
Die Prognose muss so eingestellt, soweit erforderlich, um relevante Änderungen oder neue Anforderungen erweitert werden.	Das Berechnungsverfahren in der Regel nicht über den Abschreibungszeitraum eines Vermögenswertes zu ändern.

Tabelle 15: Unterschiede zwischen Anschaffungskosten und Abschreibung

9.3.5 Subvention

Dieselsubventionen sind derzeit die Basis der Stromversorgung in den betroffenen Regionen, wo es kein Wasserkraftwerk gibt. Die Subvention deckt 100% der Kosten für Diesel / kg, aber ist auf maximale jährliche Gesamtkosten begrenzt. Diese maximalen jährlichen Gesamtkosten von Diesel-Subventionen ist nicht für unbegrenzte 24 Stunden Lieferung möglich. Die Verteilung der Subventionen zwischen Aimags und Soums ist unklar und scheint nicht einem zuverlässigen Muster zu folgen.

Die Tarifempfehlung ist auf 75% Dieselsubvention im Falle von TEVU und eine ähnliche Verbrauchertarif in Tsetsen-Uul und Zavkhanmandal.

9.3.6 Zukünftige Grenzkostenrechnung

Die ZGK Rechnung umfasst die totalen Fixkosten plus variable Kosten proportional für jede erzeugte Quelle. Es wird davon ausgegangen, dass das maximal verfügbare Wasserkraftpotenzial zu einem bestimmten Zeitpunkt zuerst eingesetzt wird. Nur im Falle, dass die Anforderungen der tatsächlichen Grundlast höher sind als die Wasserkraftkapazität, wird die überschüssige Elektrizität durch Diesel-Generatoren erzeugt.

Die ZGK basiert auf einem optimistischen Stromverbrauchswachstum und unbegrenzte 24 Stunden Versorgung. Es muss betont werden, dass die ZGK erheblich wächst, wenn die Versorgungsziele nicht erreicht werden.

9.3.7 Tarifsysteem

Der Tarif sieht eine Rechnung "Life Line" Tarif für die ersten 20 kWh pro Haushalt vor. Der Verbrauchertarif über das „Life Line“ beinhaltet einen berechneten 10% Gewinn für das Versorgungsunternehmen. Dieser Gewinn wird benötigt, um außergewöhnliche Verluste oder Kosten für unvorhergesehene Ereignisse zu decken. Allerdings reicht dieser Gewinn nicht aus, um kommerzielle IPP(Independent Power Producer) oder Energieversorgungsunternehmen zu gewinnen. Die Steuern sind nicht in jeder Tariffrechnung einbezogen.

9.4 Tosontsengel Energieversorgungsunternehmen

9.4.1 Personalkosten

TEVU beschäftigt derzeit insgesamt 27 Personen. Mit dieser Zahl der Beschäftigten ist das Unternehmen im Vergleich zu mongolischen Normen nicht überbesetzt. Allerdings, eine Reorganisation der Verwaltung der TEVU zu einer Verringerung des Verwaltungspersonals führen. Die Details lauten wie folgt: (siehe Anhang TEVU)

Position	Szenario 1	Szenario 2
Anzahl der Mitarbeiter	16	12
Operativen MA	11	11
Kosten/Jahr in t MT	98,280	86,160

Tabelle 16: Personalkosten von TEVU

Die Kosten/Jahr beinhalten alle Mitarbeiter die damit verbundenen Kosten wie Gehalt, Sozialabgaben, Versicherungen, Renten etc.

9.4.2 Fixkosten

Die Kostenkalkulation von TEVU ist auf den verfügbaren Daten aus der Gewinn-und Verlustrechnung des Jahres 2009. Die identischen Beträge wurden für beide Szenarien erwartet. Die Fixkosten enthalten nicht Finanzierungskosten für Investitionen (KWKW-, Diesel-Generatoren), weil dieses Gerät nicht gekauft wurde, sondern von TEVU finanziert durch Zuwendungen der öffentlichen Hand.

Anschaffungskosten für die KWKW sind jedoch enthalten, da diese Kosten weitgehend abhängig vom Alter der Anlage sind, aber nicht so sehr auf die tatsächlichen Betriebsstunden.

9.4.3 Anschaffungskosten

Die folgenden Prognosen für professionelle Anschaffungskosten für die verschiedenen Vermögenswerte: (siehe Anhang TEVU)

Artikel	Rechnungsgrundlage
Diesel-Generator	<ul style="list-style-type: none">- Die Betriebsdauer für einen Diesel-Generator ist zwischen 15.000 und 20.000 Stunden, je nach Betriebsbedingungen und Wartung. Für die Einrichtung wird von TEVU eine Betriebsdauer von 20.000 Stunden erwartet.- Die vorliegenden Investitionskosten pro kW installierten Diesel-Generator Kapazität beträgt zwischen 200 und 400 t MT. Das Minimum von 200 t MT wurde in der Rechnung einbezogen.
KWKW	<ul style="list-style-type: none">- Der Betriebszeitraum ist für 50 Jahre vorgesehen. Dieser Zeitraum jedoch, spiegelt Betriebsbedingungen in Gebieten mit einer langen Geschichte des Wasserkraftwerkbetriebs. Angesichts der Situation in der Mongolei, ist diese Laufzeit bereits sehr optimistisch.- Die Anschaffungskosten werden auf 3.000 t MT/kWe installierte Kapazität gerechnet. Diese Zahl beinhaltet keine administrativen Strukturen.
Übertragung	<ul style="list-style-type: none">- Betriebsdauer wurde auf 50 Jahren gerechnet.- Die gerechneten Anschaffungskosten von 10.600 t MT/km basieren auf den tatsächlichen Kosten der Investition.
Verteilungsnetz	<ul style="list-style-type: none">- Betriebsdauer wurde auf 25 Jahren gerechnet.- Die gerechneten Anschaffungskosten von 665 t MT/Stromzähler wurden auf die tatsächlichen Kosten der Investition basiert.

Tabelle 17: Anschaffungskosten von TEVU

9.4.4 Dieselkosten

Die Dieselkostenrechnung ist auf einem Diesel-Preis von 1.430 MT/kg und eine spezifische Verbrauchsgrundlage von 0,28 kg / kWe aufgebaut. TEVU weist einen spezifischen Verbrauch von 0,33 kg/kWe auf. Es kann jedoch davon ausgegangen

werden, dass diese Zahl viel zu hoch sein. Der eigene Verbrauch wurde auf 6% bezogen auf den verfügbaren Daten aus TEVU gerechnet.

9.4.5 Betriebskosten

Die Betriebskostenrechnung ist wieder auf TEVU Aufzeichnungen und Anschaffungskosten des Dieselgenerators basiert. Die Anschaffungskosten von Dieselgenerator sind die Betriebskosten, da die Anschaffungskosten weitgehend abhängig von den Betriebsstunden des Motors und der deutlich über das Alter.

9.4.6 Verlustrechnung

Die Verlustrechnung wurde auf den Daten von TEVU zur Verfügung gestellt³⁷:

(siehe Anhang TEVU)

- Übertragungsverluste bei 8,5%,
- Verteilungsverluste bei 17%.

Die Übertragungsverluste sind eindeutig technische Verluste (Verbrauch des Umspannungswerkes) und sind weitgehend unvermeidbar. Die Verteilungsverluste sind hoch. Angesichts der Tatsache, dass das Verteilungsnetz der TEVU vor kurzem davon ausgegangen werden sollte, dass der Großteil der Verteilungsverluste nicht technische Verluste sind.

9.4.7 Jährliche Produktionsrechnung des Wasserkraftwerkes

Das jährliche maximale Potenzial von Wasserkraft ist der Betreiber der Aufzeichnungen 2009/2010 für Basis und die hydrologischen Daten für das KWKW Website. Die Zählerstände für 12 Monate zeigen 730 MWh. Unter Berücksichtigung der hydrologischen Potentials und des täglichen Wasserverbrauches Management-Potential (niedrige Durchfluss bei Nacht - Erweiterte Speicherung von Wasser in dem Reservoir - höhere Durchflussmenge zu Spitzenzeiten) das maximale Potenzial für kommenden Jahreszeiten wurde auf 886 MWh gerechnet. (Siehe Anhang TEVU)

³⁷ Quelle: Information von TEVU (siehe Anhang)

9.4.8 Zukünftige Lastkurvenrechnung

Die zukünftige Lastkurvenrechnung besteht aus 4 typischen Lastkurven (LK) und auch vier Jahreszeiträumen: (Siehe Anhang TEVU)

LK1 - Frühling und Herbst, hohes Wasserpotenzial, 60 Tage

LK2 - Sommer, mittleres Wasserpotential, 60 Tage

LK3 - Frühjahr, mittlerer Sommer, im Spätherbst, niedriges Wasserkraftpotential 150 Tage

LK4 - Winter, keine Wasserkraft zur Verfügung, 90 Tage

Die zukünftige Prognose von Lastkurven basiert auch auf den folgenden Annahmen:

- Änderung der Bevölkerungsanzahl, je nach Jahreszeiten(abhängig von Jahreszeiten)
- Ein allgemeines Wachstum der Stromnachfrage von 3%,
- Ein spezifischer Verbrauch weitgehend unbegrenztes Wachstum durch 24 Stunden Versorgung (Verringerung der "Unterspannung" Politik und regelmäßige Lastabwurf).

Die Prognose stützt sich weitgehend auf eine qualifizierte Vermutung aufgrund der Tatsache, dass nur sehr begrenzt oder auf Basis unvollständiger historischer Daten verfügbar sind. Daher ermöglichen 2 Szenarien für einen Trend ermöglichen Analyse.

9.4.9 Zukünftige Grenzkostenrechnung

Die ZGK Rechnung führt zu folgenden künftigen Grenzkosten pro kWh in MNT:

(siehe Anhang TEVU)

Position	Szenario 1	Szenario 2
KWKW Macht nur (bei 900 MWh / Jahr)	225	212
KWKW - Diesel mischen (bei 2.000 MWh / Jahr) Diesel mit 100% Subvention	179	162

KWKW - Diesel mischen (bei 2.000 MWh / Jahr) Diesel mit 75% Subvention	256	239
KWKW - Diesel mischen (bei 2.000 MWh / Jahr) Diesel mit 50% Subvention	333	316
KWKW - Diesel mischen (bei 2.000 MWh / Jahr) Diesel ohne Subvention	487	470

Tabelle 18: ZGK von TEVU

9.4.10 Tarifrechnung

Die ZGK Berechnung führt zu folgenden Tarifstruktur: (siehe Anhang TEVU)

Position	Szenario 1	Szenario 2
ZGK auf 75% Diesel Subvention pro kWh	256 MT	239 MT
Life Line Grenze für Haushalte pro Monat	20 kWh	20 kWh
“Life Line” Tarif pro kWh	75 MT	75 MT
Verbraucher Tarif unbegrenzt	313	288
Empfohlener Verbraucher Tarif für 2010/2011	300	300

Tabelle 19: Tarif-Struktur von TEVU

9.5 Hungui Galuutai Energieversorgungsunternehmen

Für HGEVU ist nur ein Szenario gerechnet worden, da die maximale Leistung der Stromerzeugung ganz von den hydrologischen Bedingungen abhängt und nicht durch technische oder organisatorische Maßnahmen von HGEVU beeinflusst werden kann. HGEVU arbeitet nur mit KWKW und Übertragungslinie aber kein Diesel-Generatoren oder Verteilungsnetze. Folglich werden Subventionen durch die mongolische Regierung für Diesel-Generation vorausgesetzt und in Wasserkraftwerk Betrieb nicht beeinflussen.

9.5.1 Personalkosten

HGEVU beschäftigt kein Personal, weil das Unternehmen nur in den Prozess der Bildung entsteht. Doch angesichts der Größe des Betriebs ist ein extrem schlanke Personal Ansatz notwendig, um einen finanziell nachhaltigen Betrieb des Unternehmens zu sichern. Daher wurde die folgende Tabelle empfohlen:

(siehe Anhang HGEVU)

Position	Szenario 1
Administration (MA)	1
Operative MA	12
Kosten/Jahr in t MT	47,400

Tabelle 20: Personalkostenrechnung von HGEVU

Die Kosten/Jahr beinhalten alle Mitarbeiter die damit verbundenen Kosten wie Gehalt, Sozialabgaben, Versicherungen, Renten usw.

9.5.2 Fixkosten

Die Kostenrechnung für HGEVU wurde geschätzt. Die Daten werden noch nicht verfügbar sein. Die fixen Kosten enthalten keine Finanzierungskosten für Investitionen (KWKW), weil dieses Gerät nicht gekauft, sondern von HGEVU durch Zuwendungen der öffentlichen Hand finanziert wurde.

Anschaffungskosten für die KWKW und die Übertragungslinie sind jedoch enthalten, weil diese Kosten weitgehend vom Alter der Anlage abhängig sind, aber nicht so sehr auf den tatsächlichen Betriebsstunden.

9.5.3 Anschaffungskosten

Die folgenden Prognosen der Anschaffungskosten für die einzelnen Vermögenswerte:

(siehe Anhang HGEVU)

Artikel	Rechnungsbasis
KWKW	<ul style="list-style-type: none"> - Ein Betriebszeitraum ist von 50 Jahren vorgesehen. Der Betriebszeitraum ist jedoch spiegelt Betriebsbedingungen in Gebieten mit einer langen Geschichte in Wasserkraftwerkbetriebs. Angesichts der Situation in der Mongolei, diese Laufzeit ist schon sehr optimistisch. - Der Anschaffungswert wird auf 3000 t MT / installiert kWe Kapazität gerechnet. Diese Zahl beinhaltet keine administrativen Strukturen.
Übertragung	<ul style="list-style-type: none"> - Die Betriebsdauer wurde auf 50 Jahren gerechnet. - Die gerechnete Anschaffungskosten von 10.600 t MT / km (über die tatsächlichen Kosten der Investition.)

Tabelle 21: Anschaffungskosten von HGEVU

9.5.4 Betriebskosten

Die Betriebskostenrechnung wurde durch die Erfahrung von TEVU geschätzt. Betriebskosten für Diesel-Generatoren sind nicht enthalten, da dieses Gerät nicht von HGvU betrieben wird, aber die betreffenden Versorgungsunternehmen.

9.5.5 Verlustrechnung

Aufgrund der Nichtverfügbarkeit von Daten, erfolgt die Verlustrechnung auf den von TEVU zur Verfügung gestellten Daten: (siehe Anhang HGEVU)

-Übertragungsverluste bei 8,5%,

Die Übertragungsverluste sind eindeutig technischer Verluste (Verbrauch des Umspannungswerks) und sind weitgehend unvermeidbar.

9.5.6 Jährliche Produktionsrechnung des Wasserkraftwerkes

Das jährliche maximale Potenzial von Wasserkraft wurde für die Aufzeichnungen von 2009 und die hydrologischen Daten für die KWKW gezeigt. Die Zählerstände für das Vorjahr sind nicht ausreichend vorhanden. Allerdings wird das maximale mögliche Potenzial mit 670 MWh gerechnet. (siehe Anhang HGEVU)

9.5.7 Zukünftige Lastgänge Rechnung

Die zukünftige Lastkurvenrechnung besteht aus 4 typischen Lastkurven (LK) und auch vier Jahreszeiträume: (siehe Anhang HGEVU)

LK1 - Frühling und Herbst, hohes Wasserpotenzial, 105 Tage

LK2 - Sommer, mittleres Wasserpotenzial, 105 Tage

LK3 - Frühjahr, Hochsommer, im Spätherbst, geringes Wasserpotenzial 60 Tage

LK4 - Winter, keine Wasserkraft zur Verfügung, 90 Tage

Die zukünftige Lastkurvenprognose beinhaltet die folgenden Annahmen:

- Änderung der Anzahl der Bevölkerung, je nach Jahreszeiten,
- ein allgemeines Wachstum der Stromnachfrage von 5%,
- Ein spezifischer Verbrauch weitgehend unbegrenzte Wachstum durch 24 Stundenversorgung

Die Prognose stützt sich weitgehend auf eine qualifizierte Vermutung aufgrund der Tatsache, dass nur sehr begrenzt oder unvollständige historische Daten verfügbar sind.

9.5.8 Zukünftige Grenzkostenrechnung

Die ZGK Rechnung führt zu folgenden zukünftigen Grenzkosten pro kWh in MT:

(siehe Anhang HGEVU)

Position	Szenario 1
KWKW (ab 700 MWh/Jahr)	169

Tabelle 22: ZGK von HGEVU

9.5.9 Tarifrechnung

Die ZGK Rechnung führt zu einem Verkaufspreis von 186 MT / kWh.

9.6 Tsetsen-Uul lokales Versorgungsunternehmen

9.6.1 Personalkosten

Das Versorgungsunternehmen beschäftigt kein Personal, weil das Unternehmen noch nicht gegründet ist. Ich werde dann Folgendes vorschlagen: (siehe Anhang Ts-U)

Position	Szenario 1
Administration MA	3
Operative MA	4
Kosten/Jahr in t MT	25,800

Tabelle 23: Personalkostenrechnung Tsetsen-Uul

Die Kosten / Jahr beinhalten für alle Mitarbeiter die damit verbundenen Kosten wie Gehalt, Sozialabgaben, Versicherungen, Renten etc.

9.6.2 Fixkosten

Die Fixkostenrechnung für das Versorgungsunternehmen wurde geschätzt. Die Daten sind nicht verfügbar. Die fixen Kosten enthalten keine Finanzierungskosten für Investitionen (KWKW), weil dieses Gerät nicht gekauft, sondern von HGEVU finanziert durch der Regierung wurde.

Anschaffungskosten für die Verteilungsnetze sind jedoch inklusive, da diese Kosten weitgehend abhängig vom Alter der Anlage sind, aber nicht so sehr von den tatsächlichen Betriebsstunden.

9.6.3 Anschaffungskosten

Die folgenden Prognosen von Anschaffungskosten für die verschiedenen Vermögenswerte:

(siehe Anhang Ts-U)

Artikel-	Rechnungsbasis
Diesel-Generator	<ul style="list-style-type: none"> - Die Betriebsdauer für einen Diesel-Generator ist zwischen 15.000 und 20.000 Stunden, je nach Betriebsbedingungen und Wartung. Für die Einrichtung steht mit dem Energieversorgungsunternehmen ein Betriebszeitraum von 20.000 Stunden gerechnet. - Die vorliegenden Investitionskosten pro kWe installierten Diesel-Generator Erzeugungskapazität betragen zwischen 200 und 400 t MT. Das Minimum von 200 t MT wird in der Rechnung einbezogen.
Verteilungsnetz	<ul style="list-style-type: none"> - Eine Betriebsdauer von 25 Jahren wird gerechnet. - Die gerechneten Anschaffungskosten von 665 t MT / Zähler auf der Grundlage der tatsächlichen Kosten der Investition.

Tabelle 24: Anschaffungskosten von Tsetsen-Uul

9.6.4 Dieselkosten

Diesel-Preis ist in der Mongolei von 1.430 MT / kg und einem speziellen Verbrauch von 0,28 kg / kWe. Der eigene Verbrauch wurde um 2% gerechnet.

9.6.5 Betriebskosten

Die Betriebskostenrechnung wurde durch die Erfahrung von TEVU geschätzt. Die Anschaffungskosten für Diesel-Generatoren sind die Betriebskosten, da die Anschaffungskosten weitgehend von den Betriebsstunden des Motors abhängen und nicht sehr viel über das Alter.

9.6.6 Verlustrechnung

Aufgrund der mangelnden Verfügbarkeit von Daten, die die Verlustrechnung auf den Daten von TEVU zur Verfügung gestellt werden. (siehe Anhang Ts-U)

-Verteilungsverluste bei 15%,

Die Übertragungsverluste sind eindeutig technisch Verluste (Verbrauch des Umspannungswerkes) und sind weitgehend unvermeidlich.

9.6.7 Jährliches Wasserkraft-Potential

Das Energieversorgungsunternehmen wurde KWKW nicht produzieren, sondern wird der Strom von HGEVU gekauft. Die jährliche verfügbare Menge für das EVU wurde auf 325 MWh gerechnet. (siehe Anhang Ts-U)

9.6.8 Zukünftige Lastkurvenrechnung

Die Prognose stützt sich weitgehend auf eine qualifizierte Vermutung aufgrund der Tatsache, dass keine historischen Daten zur Verfügung standen. Daher ist die vorliegende Berechnung nur ein Ausgangspunkt. Bedarfsdaten sollten ab 2010 erfasst werden, um in der Lage zu sein, eine qualifizierte Nachfragerrechnung in der Zukunft durchzuführen. Die Rechnungsgrundlage ist die Bedarfsprognose für 2010 von 1.575 MWh (auf unbegrenzte 24 Stunden Lieferung). (siehe Anhang Ts-U)

9.6.9 Zukünftige Grenzkostenrechnung

ZGK Rechnung führt zu folgenden zukünftigen Grenzkosten pro kWh in MT:
(siehe Anhang Ts-U)

Position	Szenario
KWKW Macht nur (bei 325 MWh / Jahr)	375
KWKW - Diesel mischen (bei 1.575 MWh / Jahr) mit 100% Diesel-Subvention	89
KWKW - Diesel mischen (bei 1.575 MWh / Jahr) mit 20% Diesel Subvention	401
KWKW - Diesel mischen (bei 1.575 MWh / Jahr) ohne Diesel-Subventionen	479

Tabelle 25: ZGK von Tsetsen-Uul

Die Analyse der ZGK Rechnung zeigt, dass eine hohe Subvention von Diesel-Kosten zu einer Situation führt, wo die ZGK mit der Dieselstromerzeugung nimmt. Deshalb, je mehr Dieselkraftwerk produziert wird, desto geringer ist die ZGK. Dies führt zu der Konsequenz, dass es mehr wirtschaftlichen Nutzen für die voll subventioniertem Dieselkraftwerk gibt, statt produzierten Strom von Wasserkraft aus HGEVU zu kaufen. Um dies zu vermeiden, muss die Subventionregelung geändert werden und sollten nicht auf den Diesel-Verbrauch länger gebunden werden.

9.6.10 Tarifrechnung

Die ZGK Rechnung führt zu folgenden Tarifstruktur: (siehe Anhang Ts-U)

Position	Szenario1
ZGK bei 0% Diesel Subvention pro kWh	479 MT
Life Line Grenze für Haushalte pro Monat	20 kWh
Life Line Tarif pro kWh	75 MT
Empfohlen Verbraucher Tarif für 2010/2011	300 MT

Tabelle 26: Tarif-Struktur von Tsetsen-Uul

9.7 Zavkhanmandal lokales Versorgungsunternehmen

9.7.1 Personalkosten

Das Versorgungsunternehmen beschäftigt kein Personal, weil das Unternehmen noch nicht einsatzbereit ist. Es wurde vorgeschlagen, wie folgt: (siehe Anhang ZM)

Position	Szenario 1
Nr. Verwaltung Personal	2
Nr. Personal für Unterstützung	2
Kosten / Jahr in t 15.720 MT	15,720

Tabelle 27: Personalkostenrechnung ZM

Die Kosten/Jahr beinhalten alle Mitarbeiter damit verbundenen Kosten wie Gehalt, Sozialabgaben, Versicherungen, Renten etc.

9.7.2 Fixkosten

Die Fixkosten für das Versorgungsunternehmen werden einzige Grundlage geschätzt. Der ist nicht verfügbar. Die fixen Kosten enthalten keine Finanzierungskosten für Investitionen (KWKW), weil dieses Gerät nicht gekauft, sondern von HGEVU durch Zuwendungen der Regierung finanziert wird. Anschaffungskosten für die Verteilungsnetze sind jedoch inklusive, da diese Kosten weitgehend abhängig vom Alter der Anlage sind, aber nicht so sehr auf den tatsächlichen Betriebsstunden.

9.7.3 Anschaffungskosten

Die folgenden Prognosen von professionellen Anschaffungskosten für die verschiedenen Vermögenswerte: (siehe Anhang ZM)

Artikel-	Rechnungsbasis
Diesel-Generator	<ul style="list-style-type: none"> - Die Betriebsdauer für einen Diesel-Generator ist zwischen 15.000 und 20.000 Stunden, je nach Betriebsbedingungen und Wartung. Für die Einrichtung steht mit dem Energieversorgungsunternehmen ein Betriebszeitraum von 20.000 Stunden gerechnet. - Die vorliegenden Investitionskosten pro kWe installierten Dieselgenerator Kapazität betragen zwischen 200 und 400 t MT. Das Minimum von 200 t MT wird in der Rechnung einbezogen.
Verteilungsnetz	<ul style="list-style-type: none"> - Eine Betriebsdauer von 25 Jahren gerechnet. - Die gerechneten Anschaffungskosten von 665 t MT / Meter (Zähler) auf der Grundlage der tatsächlichen Kosten der Investition.

Tabelle 28: Anschaffungskosten von Zavkhanmandal

9.7.4 Dieselkosten

Diesel-Preis ist in der Mongolei von 1.430 MT / kg und eine spezielle Verbrauch von 0,28 kg / kWe. Der eigene Verbrauch wurde um 2% gerechnet.

9.7.5 Betriebskosten

Betriebskosten für Diesel-Generatoren sind die laufenden Betriebskosten, weil die Anschaffungskosten weitgehend von der Betriebsstunden des Motors und nicht sehr über das Alter.

9.7.6 Verlustrechnung

Aufgrund der mangelnden Verfügbarkeit von Daten, die die Verlustrechnung auf den Daten von TEVU zur Verfügung gestellt wurden. (siehe Anhang ZM)

- Verteilung Verluste bei 15%,

Die Übertragungsverluste sind eindeutig technische Verluste (Verbrauch von Umspannungswerk) und sind weitgehend unvermeidlich.

9.7.7 Jährliches Wasserkraft-Potential

Das Versorgungsunternehmen wird nicht produziert, sondern KWKW kauft Strom aus Wasserkraft HGEVU. Die jährlich verfügbare Menge für das EVU wurde 325 MWh berechnet. (siehe Anhang ZM)

9.7.8 Zukünftiger Lastkurvenrechnung

Die Prognose stützt sich weitgehend auf eine qualifizierte Vermutung aufgrund der Tatsache, dass keine historischen Daten zur Verfügung standen. Daher ist die vorliegende Berechnung nur ein Ausgangspunkt. Demand-Daten können ab 2010 aufgenommen werden, um eine qualifizierte Nachfrage Rechnung in der Zukunft durchzuführen. Die Rechnungsgrundlage bildet die Bedarfsprognose für 2010 von 770 MWh (auf unbegrenzte 24Stunden Lieferung). (siehe Anhang ZM)

9.7.9 Zukünftige Grenzkostenrechnung

Die ZGK Rechnung führt zu folgenden künftigen Grenzkosten pro kWh in MT:

(siehe Anhang ZM)

Position	Szenario 1
KWKW Macht nur (bei 325 MWh / Jahr)	294
KWKW - Diesel mischen (bei 770 MWh / Jahr) mit 100% Diesel Subvention	127
KWKW - Diesel mischen (bei 770 MWh / Jahr) mit 40% Diesel Subvention	307
KWKW – Diesel mischen (ab 770MWh/Jahr) ohne Diesel-Subventionen	427

Tabelle 29: ZGK von Zavkhanmandal

Die Analyse der ZGK Rechnung zeigt, dass eine hohe Subvention von Diesel-Kosten zu einer Situation führt, wo die ZGK mit der Dieselstromerzeugung nimmt. Deshalb, je mehr Dieselkraftwerk produziert wird, desto geringer wird die ZGK. Dies führt zu der Konsequenz, dass es mehr wirtschaftlichen Nutzen für die voll subventionierten Dieselkraftwerk gibt, statt kaufen produzierte Strom von Wasserkraft aus HGEVU. Um dies zu vermeiden, muss die Subventionsregelung geändert werden und sollte nicht länger an den Diesel-Verbrauch gebunden werden.

9.7.10 Tarifrechnung

Die ZGK Rechnung führt zu folgende Tarifstruktur: (siehe Anhang ZM)

Position	Szenario 1
ZGK bei 0% Diesel Subvention pro kWh	427 MT
Life Line Grenze für Haushalte pro Monat	20 kWh

“Life Line” Tarif pro kWh	75 MT
Empfohlen Verbraucher Tarif für 2010/2011	300 MT

Tabelle 30: Tarif-Struktur von Zavkhanmandal

Bei dem oben empfohlenen Tarif, den Subvention Voraussetzung ist 152.637 t MT.

10 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem abschließendem Kapitel werden die Ergebnisse der Masterarbeit „Tarifsystem für aus Wasserkraft erzeugte Energie“ zusammengefasst. Ebenso werden die spezifischen Kosten der Energieerzeugungsanlagen auf Basis der unter Kap. 9 dargestellten Faktoren berechnet.

Während der Durchführung des GIZ unterstützten Projektes „Entwicklung der erneuerbaren Energiequellen“ in den ländlichen Regionen wurden folgende drei kleine Wasserkraftwerke gebaut und 2 Energieversorgungsunternehmen gegründet. Die folgende Tabelle zeigt die vorhandene Stromerzeugungsstruktur in den Regionen:

Anlagen	Installierte Kapazität	Kommentare
Tosontsengel KWKW	375 KW	Integriert in die Struktur der TEVU, operationellen für eine Reihe von Jahren
Zavkhanmandal KWKW	125 KW	Gehören zu HGEVU. Betrieb wurde im Jahr 2010 begonnen.
Tsetsen-Uul KWKW	135 KW	Gehören zu HGEVU. Betrieb wurde im Jahr 2010 begonnen.

Tabelle 31: Wasserkraftwerke in den Regionen

Die AUES ist auch gegründet und es werden alle Versorgungsunternehmen in den Regionen wie Diesel-Generator und KWKW zu AUES gehören. Das AUES Übertragungsnetz wird in großen Teilen neu gebaut. Die gegenwärtige Struktur ist auf der Netzkarte in Kapitel 3 gezeigt. Die Verteilungsnetze von Regionen wurden mit Unterstützung des „Entwicklung der erneuerbaren Energiequellen“ Projektes rehabilitiert. In der Zeit wurden alle Haushalte und gewerblichen Verbraucher mit Stromzählern ausgestattet.

Die relativ kleine KWKW hat allgemein hohe Anschaffungskosten in der Projektregion.

In diesem Fall waren, die Erstinvestitionskosten niedrig im internationalen Vergleich, weil:

- Die Standorte sind sehr gut im Hinblick auf den Investitionsbedarf ausgewählt.
- Nur der lokale Arbeitsmarkt wurde für den Bau genutzt.
- Alle Anlagen, einschließlich der elektro - mechanischen Ausrüstung wurden in den Schwellenländern hergestellt.
- Vergleichsweise niedrige Investitionskosten

Ziel der Arbeit ist es, einen möglichst detaillierten und aktuellen Stand der Kostensituation der erneuerbaren Energieträger Wasserkraftwerk und auch mit Diesel (synchronisierten Kombination) aufzuzeigen. Die Berechnung der Stromerzeugungskosten von einzelnen Wasserkraftwerken zeigt bei jedem Wasserkraftwerk, dass eine Anhängig von den Kapazität besteht.

Die Daten für ein umfassendes zukünftiges Wachstum der Stromnachfrage und die Berechnung in der Gebieten sind nicht verfügbar. Nur der TEVU hat tägliche Lastgänge über einen Zeitraum von einem vollen Kalenderjahr erfasst. Allerdings hat TEVU nicht unbegrenzt für 24 Stunden Kapazität zur Versorgung wegen aus folgenden Gründen:

- Die bestehenden KWKW verfügen nicht über die Kapazität, um die erforderliche Grundlast für 12 Monate aufgrund der klimatischen Bedingungen und der hydrologischen Grenzen zu decken.

- Die Subventionen für den Betrieb der bestehenden Diesel-Generatoren waren begrenzt. Gleichzeitig war damals der Tarif nicht für die Diesel-Generatoren, Kosten und daher kann keine zusätzlicher subventionierter Dieselmotorkraftstoff erworben werden.

Die bestehenden Diesel-Generatoren sind ein wichtiger Bestandteil für die Sicherung der Stromversorgung in den isolierten lokalen Netzen, um die Bevölkerung während der Wintermonate und für zusätzliche Spitzenlast zu versorgen.

Dieselsubventionen sind derzeit die Basis der Stromversorgung in der betroffenen Region, wo es kein Wasserkraftwerk gibt. Die Subvention deckt 100% der Kosten für Diesel / kg, aber ist auf maximale jährliche Gesamtkosten begrenzt. Diese maximalen jährlichen Gesamtkosten von Diesel-Subventionen ist nicht für unbegrenzte 24 Stunden Lieferung möglich. Die Verteilung der Subventionen zwischen Aimags und Soums ist unklar und scheint nicht einem zuverlässigen Muster zu folgen.

Die Tarifempfehlung ist auf 75% Dieselsubvention im Falle von TEVU und eine ähnlichen Verbrauchertarif in Tsetsen-Uul und Zavkhanmandal.

Die ZGK Rechnung umfasst die totalen Fixkosten plus variable Kosten proportional für jede erzeugte Quelle. Es wird davon ausgegangen, dass das maximal verfügbare Wasserkraftpotenzial zu einem bestimmten Zeitpunkt zuerst eingesetzt wird. Nur im Falle, dass die Anforderungen der tatsächlichen Grundlast höher sind als die Wasserkraftkapazität, wird die überschüssige Elektrizität durch Diesel-Generatoren erzeugt. Die ZGK basiert auf einem optimistischen Stromverbrauchswachstum und unbegrenzte 24 Stunden Versorgung.

Der Tarif sieht eine Rechnung "Life Line" Tarif für die ersten 20 kWh pro Haushalt vor. Die Verbraucher werden dafür (für 1 kWh Elektrizität) 75 MT also 0,04€ an das Energieversorgungsunternehmen bezahlen. Der Verbrauchertarif über das „Life Line“ beinhaltet einen berechneten 10% Gewinn für das Versorgungsunternehmen. Dieser Gewinn wird benötigt, um außergewöhnliche Verluste oder Kosten für unvorhergesehene Ereignisse zu decken. Allerdings reicht dieser Gewinn nicht aus, um kommerzielle Energieversorgungsunternehmen zu gewinnen.

Und die Verbraucher, die weitere mehr als 20 kWh bzw. unbegrenzt pro Monat Strom benutzen, kostet es 300 MT also 0,15 €/kWh.

Folgende Tabelle zeigt den gesamten Tarif aus Wasser und Diesel mit oder ohne Subvention.

Position	TEVU		Ts-U & ZM	
ZGK auf 75% Diesel Subvention pro kWh	256 MT	0,13€		
ZGK bei 0% Diesel Subvention pro kWh			479 MT	0,24€
„Life Line“ für Haushalte pro Monat	20 kW		20kW	
“Life Line” Tarif pro kWh	75 MT	0,04€	75 MT	0,04€
Verbraucher Tarif unbegrenzt	318 MT	0,15€		
Empfohlener Verbraucher Tarif für 2010/2011	300MT	0,15€	300MT	0,15€

Tabelle 32: Gesamte Tarif

Ausblick

Die globale Energieversorgung der Mongolei erfolgt heute mit einem Anteil von etwa 80% durch den Primärenergieträger Kohle. In manchen ländlichen Gebieten, wo kein Kohlekraftwerk gibt, wird die Elektrizität entweder durch die erneuerbare Energie wie Windkraft, Sonnenenergie, auch kombiniert und Wasserkraftwerk oder Dieselmkraftwerk mit Subventionen vom Staat erzeugt.

Es werden daher weltweit durch Innovation, Technologie und Forschung Lösungen für die Energiebereitstellung und –einsparung zu finden sein. Eine nach derzeitigem Stand der Technik brauchbare Lösung ist, neben der effizienten Energieverwendung, der forcierte Ausbau der erneuerbaren Energien.

In der Mongolei spielt die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien auf Grund des Wasserreichtums in manchen Gebieten und seiner Nutzung und Entwicklung eine wesentliche Rolle in der Energiebereitstellung.

Bis heute sind in der Mongolei in manchen Gebieten wie im Westen also weit entfernt von der zentralen Versorgung kleine und auch große Wasserkraftwerke im Betrieb. Daher wurde von der mongolischen Regierung die neue AUES gegründet, damit die Versorgungsunternehmen im Westen Mongolei zusammengefasst werden.

Folgende Annahmen gelten im Hinblick auf die Entwicklung eines Westenenergiesystems:

- Das AUES regionaler Stromnetz soll betriebsbereit werden. Taishir KWKW sollte auch die Grundlast für die AUES generieren,
- Das AUES regionale Stromnetz wird nicht an das nationale Stromnetz oder für die westlichen Grid (Zugang zu Russland) angeschlossen werden.
- Die bestehenden Erzeugungskapazitäten (Wasserkraft und Diesel) müssen in isolierten lokalen Netzen betrieben werden.
- Alle in der Region bestehenden KWKW erzeugen lediglich die Grundlast für einzelne, isoliert lokale Netze. Zur Deckung der Nachfrage, die über die Grundlast hinausgeht, sowie für Nachfragespitzen und die Wintermonate muss zusätzlich Strom aus Diesel gewonnen werden.
- Unbegrenzte 24 Stunden Stromversorgung muss eingeführt werden, um die wirtschaftliche und soziale Entwicklung in den Versorgungsgebieten zu fördern.

Zum jetzigen Zeitpunkt kann man nicht sagen, wie lange die oben genannten Annahmen weiterhin gelten. Für den Augenblick, muss man davon ausgehen, dass die gegenwärtige Situation für eine Reihe von Jahren unverändert bleiben wird. Daher ist ein vorläufiges Konzept der Versorgungssicherheit auf jeden Fall erforderlich.

Literaturverzeichnis

Alexander Wokaun. (1999). Erneuerbare Energien. Stuttgart; Leipzig: Teubner.

Authority, E. R. (2009). Statistikinformation der mongolischen Energiesystem. Ulaanbaatar, Mongolei.

Buchholz, D. (2005). Buchhaltung und Jahresabschluss, 9. Aufl. Berlin: Erich Schmidt Verlag GmbH & Co.

Bundesministerium für Wirtschaft, Referat Öffentlichkeitsarbeit. 2. Aufl. (Oktober 1994). Bonn.

EVS AG. (1998). Kraftwerk Mittweida, ... an der Quelle des Stroms. Mittweida: PrintDesign Chemnitz.

Freidank, C.-C. (2008). Kostenrechnung, 8. Aufl. München.

Friedrich Kur; Heinz Georg Wolf. (1992). Wassermühlen, 3. Aufl., Karlsruhe: Verlag C.F.Müller.

Hau Erich. (2008). Windkraftanlagen, 4. Aufl., Berlin.

Kalenberg, F. (2008). Kostenrechnung (Grundlagen und Anwendungen), 2. Aufl. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.

Kaltschmidt, Martin; A, Wiese; W, Streicher(Hrsg). (2003). Erneuerbare Energien (Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte); 3 Aufl. Heidelberg.

Kaltschmidt, Martin; A, Wiese; W, Streicher(Hrsg). (2009). Regenerative Energien in Österreich (Grundlagen, Systemtechnik, Umweltaspekte, Kostenanalyse, Potenziale, Nutzung); 1 Aufl. Wiesbaden.

Klaus P.Masuhr; Inge Weidig; Wolfgang Tautsching. (1994). Die externen Kosten der Stromerzeugung aus Wasserkraft. Bundesamt für Konjunkturforschung.

Klaus, O. (2008). Finanzierung. Leipzig: Friedrich Kiehl Verlag GmbH.

Litke, H. -D. Projektmanagement. Reutlingen.

Nitsch, J., & Luther, J. (1990). Energieversorgung der Zukunft. Berlin; Heidelberg; New York; London; Paris; Tokyo; Hong Kong: Springer.

Olfert, K. (2006). Investition, 10. Aufl. Leipzig: Friedrich Kiehl Verlag GmbH.

Olfert, K. (2005). Kostenrechnung, 14., aktualisierte und durchgesehene Aufl. Leipzig: Friedrich Kiehl Verlag GmbH.

Purevdorj, G. (2002). Wissenschaftliche und technische Entwicklung der regenerativen Energien. Ulaanbaatar, Mongolei.

- Purevdorj, G. (2009). Zusammenfassung der Vorträge. Ulaanbaatar, Mongolei.
- Quaschnig, V. (2007). Regenerative Energiequelle, 5., aktualisierte Aufl. München: Karl Hanser Verlag.
- Rößler, S., Mählich, B., Voigtmann, L., Friedrich, S., & Steiner, B. (2008). Projektmanagement für newcomer, 2. Aufl. Chemnitz: Repogress GmbH Dresden.
- Rudolf, W. (1995). Erneuerbare Energie (Energieformen, Nutzungstechniken, Umweltflüsse). 2 Aufl.
- Steger, J. (2010). Kosten- und Leistungsrechnung, 5. Aufl. München.
- Zeitschrifte. (2010). Energie & Engineering aus der Mongolei. Ulaanbaatar, Mongolei.

Eidesataatliche Erklärung

Ich habe, dass die vorliegende Arbeit selbstständig und ausschließlich unter Verwendung der angegebenen Literatur, Hilfsmittel und auch die Forschungsarbeit des Ortes angefertigt habe.

Leipzig, den 17.01.2012

Davaasuren Khishigdalai

ANHANG

ANHANG TEVU

ANHANG HGEVU

ANHANG Ts-U

ANHANG ZM